

2022年度

理 科

医療・保健系統(医学部医学科受験者用)

- 46 物理(1～6ページ)
 47 化学(7～19ページ) 問 題 冊 子
 48 生物(20～35ページ)

注 意 事 項

- (1) 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見ないこと。
- (2) 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に申し出ること。
- (3) 解答は別に配付する解答用紙の該当欄に正しく記入すること。ただし、解答に関係のない語句・記号・落書き等は解答用紙に書かないこと。
- (4) 解答用紙上部に印刷してある受験系統コード、受験番号、氏名(カタカナ)を確認し、氏名欄に氏名(漢字)を記入すること。もし、印刷に間違いがあった場合は、手を挙げて監督者に申し出ること。

〔解答用紙記入例(選択式の場合)〕

例 1. 〔語群〕が二桁で〔11〕大阪〔12〕佐賀〔13〕長崎〔14〕東京 とある場合

	A		B		C	
問 X	16	17	18	19	20	21
	/	2	/	4	/	/

Aの解答が佐賀の場合 → (17番目)

Bの解答が東京の場合 → (19番目)

Cの解答が大阪の場合 → (21番目)

例 2. 〔語群〕が一桁で(1) 大学 (2) 中学校 (3) 高校 (4) 小学校 とある場合

	a	b	c
問 X	51	52	53
	/	4	2

aの解答が大学の場合 → (51番目)

bの解答が小学校の場合 → (52番目)

cの解答が中学校の場合 → (53番目)

47 化 学

- 1 次の問 1 ～問 3 に答えよ。解答はそれぞれの解答群より適するものを 1 つずつ選び、番号で答えよ。

問 1 シュウ酸標準液をつくり、濃度が不明の水酸化ナトリウム水溶液の濃度を、次の操作 1 ～ 3 で中和滴定により求めた。この水酸化ナトリウム水溶液のモル濃度はどのように表されるか。下の (1) ～ (9) から選び、番号で答えよ。ただし、シュウ酸二水和物 $(\text{COOH})_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ の式量を M とする。

操作 1 シュウ酸二水和物 $A(\text{g})$ をはかりとり、水に溶かしてメスフラスコで 500 mL とし、これをシュウ酸標準液とした。

操作 2 濃度が不明の水酸化ナトリウム水溶液 25 mL をホールピペットではかりとり、コニカルビーカーに入れ、これにフェノールフタレイン溶液を数滴加えた。

操作 3 シュウ酸標準液をビュレットに入れ、中和滴定した。終点までに、 $V(\text{mL})$ を要した。

- | | | |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| (1) $\frac{25 M}{2 AV}$ | (2) $\frac{25 M}{AV}$ | (3) $\frac{50 M}{AV}$ |
| (4) $\frac{25 A}{MV}$ | (5) $\frac{50 A}{MV}$ | (6) $\frac{100 A}{MV}$ |
| (7) $\frac{AV}{25 M}$ | (8) $\frac{2 AV}{25 M}$ | (9) $\frac{4 AV}{25 M}$ |

問 2 アセチレン C_2H_2 (気体) の燃焼熱は 1301 kJ/mol である。また、二酸化炭素 CO_2 (気体)、水 H_2O (液体) の生成熱はそれぞれ 394 kJ/mol、286 kJ/mol である。このときアセチレンの生成熱 (kJ/mol) はいくらか。最も適する値を次の (1) ～ (8) から選び、番号で答えよ。

- | | | | |
|----------|----------|----------|---------|
| (1) -621 | (2) -335 | (3) -227 | (4) -59 |
| (5) 59 | (6) 227 | (7) 335 | (8) 621 |

問 3 芳香族化合物に関する次の記述(a)～(d)のうち、正しいものの組み合わせはどれか。下の(1)～(6)から選び、番号で答えよ。

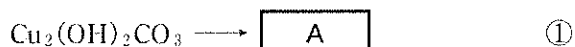
- (a) ベンゼンの水素原子 3 個がすべてメチル基で置換された化合物には、3 種類の構造異性体が存在する。
- (b) ベンゼン環をもち、分子式 C_7H_8O で表される化合物には、4 種類の構造異性体が存在する。
- (c) エチルベンゼンのベンゼン環の水素原子 1 個が塩素原子で置換された化合物には、3 種類の構造異性体が存在する。
- (d) ナフタレンとアントラセンは、互いに構造異性体である。

- | | | |
|-----------|-----------|-----------|
| (1) a と b | (2) a と c | (3) a と d |
| (4) b と c | (5) b と d | (6) c と d |

- 2 次の文を読み、下の問1～問4に答えよ。ただし、原子量は $H = 1.0$, $C = 12.0$, $O = 16.0$, $S = 32.0$, $Fe = 56.0$, $Cu = 63.5$ とする。

銅は赤色の光沢をもつ金属である。電気伝導性にすぐれ適度な柔軟性を有することから、電気器具の配線に用いられるほか、建築資材としても利用されており、私たちの生活に欠かせない金属である。

紀元前には、銅を得るために、マラカイト(くじゃく石) $Cu_2(OH)_2CO_3$ を原料として利用していた。マラカイトを空气中で加熱すると、次の①式のように反応し、酸化銅(Ⅱ)が残る。^(a)



- (b) 酸化銅(Ⅱ)を炭素と混合して加熱することで、銅の単体が得られる。なお、天然のマラカイトには、不純物としてスズの化合物を含むものが多いため、その場合、銅とスズの合金である $\boxed{ア}$ が得られる。 $\boxed{ア}$ は銅よりも硬いため、古くは武器や装飾品の製作に利用されてきた。

現在の銅の工業的製法では黄銅鉱 $CuFeS_2$ を原料に用いており、第一段階では、これを溶鉱炉で空気酸化して硫化銅(Ⅰ) Cu_2S と酸化鉄(Ⅲ)に変化させる。

- (c) この反応は次の②式のように表され、このとき二酸化硫黄が副生する。



続く第二段階では、得られた硫化銅(Ⅰ)を高温で加熱することで硫黄が酸化物として除去され、粗銅が得られる。

粗銅を純度の高い銅へと精製するには、電気分解が用いられる。これを電解精錬という。硫酸銅(Ⅱ)水溶液を用いる電解精錬では、純銅は $\boxed{イ}$ に析出する。また、粗銅に含まれる金属の不純物のうち、 $\boxed{ウ}$ は溶液中に溶け出すが、 $\boxed{エ}$ は溶液下部に金属単体として沈殿し、 $\boxed{オ}$ は硫酸塩として沈殿する。

銅板を空气中で加熱すると、その表面が酸化銅(Ⅱ)の カ 色へと変化する。銅板が熱いうちにエタノールの蒸気に触れさせると、銅板の色はもとの赤色に戻り、エタノールは キ されて ク へと変化する。

銅を熱濃硫酸と反応させると硫酸銅(Ⅱ)へと変化する。硫酸銅(Ⅱ)五水和物は青色の結晶で、加熱すると水和水を失い、 ケ 色粉末の無水硫酸銅(Ⅱ)となる。無水硫酸銅(Ⅱ)は、水に触れると再び青色にもどるので、水の検出に利用される。また、硫酸銅(Ⅱ)水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えると、青白色^(d)の水酸化銅(Ⅱ)が沈殿する。

問 1 文中の空欄 ア ~ ケ に最も適するものを、次の(11)~(34)から選び、番号で答えよ。

- | | | |
|----------|---------------|-----------|
| (11) 黄 銅 | (12) 白 銅 | (13) 青 銅 |
| (14) 緑 青 | (15) ブリキ | (16) トタン |
| (17) 陽 極 | (18) 陰 極 | (19) 両 極 |
| (20) 亜 鉛 | (21) 鉛 | (22) 銀 |
| (23) 淡 赤 | (24) 濃 青 | (25) 白 |
| (26) 黒 | (27) 黄 | (28) 酸 化 |
| (29) 還 元 | (30) 縮 合 | (31) 付 加 |
| (32) 酢 酸 | (33) アセトアルデヒド | (34) エチレン |

問 2 下線部(a)および(c)について、化学反応式①と②の右辺の空欄 A および B のそれぞれを埋めて化学反応式を完成させよ。

問 3 下線部(b)について、酸化銅(Ⅱ)の 3.18 g を完全に銅に変化させることを考える。この反応で銅と二酸化炭素のみが生成するとみなしたとき、必要な炭素の最小量(g)はいくらか。有効数字 3 桁で答えよ。

問 4 下線部(d)について、 $1.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ の硫酸銅(Ⅱ)水溶液では、水酸化物イオンのモル濃度が $X(\text{mol/L})$ より大きくなると水酸化銅(Ⅱ)の沈殿が生成し始める。 X の値として最も近いものを、次の(1)～(6)から選び、番号で答えよ。ただし、水酸化銅(Ⅱ)の溶解度積は $1.0 \times 10^{-20}(\text{mol/L})^3$ とし、 $\sqrt{2} = 1.41$, $\sqrt{3} = 1.73$, $\sqrt{5} = 2.23$ を用いて計算せよ。

- | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| (1) 1.0×10^{-8} | (2) 1.2×10^{-8} | (3) 3.1×10^{-8} |
| (4) 1.0×10^{-9} | (5) 1.2×10^{-9} | (6) 3.1×10^{-9} |

3 次の文を読み、下の問1～問7に答えよ。

電解質は、水に溶解したときに陽イオンと陰イオンに電離する。水に溶かすと
あ ものを強電解質、 い ものを弱電解質という。電離によって生
(A)
じたイオンと電離していない分子の間には平衡が成立する。この電離平衡におけ
る平衡定数を電離定数とよび、溶解した電解質のうち電離しているものの割合を
電離度という。水も H^+ と OH^- に電離するが、平衡定数として $K_w =$
(B)
 $[H^+][OH^-]$ を用いて電離平衡を考えることができる。 K_w を水の う 積
(C)
とよぶ。 K_w を用いて水溶液の酸性、塩基性の度合いを表すpHを計算すること
ができる。強塩基と弱酸から生じた塩は水溶液中で加水分解し、水溶液は
 え 性を示す。このような塩と弱酸との混合水溶液は緩衝作用をもつ。
(D)

問1 文中の空欄 あ および い に適する語句を、次の(1)～(3)
から選び、番号で答えよ。

- (1) 全く電離しない
- (2) 一部の分子だけが電離する
- (3) ほぼ全ての分子が電離する

問2 文中の空欄 う に適する語句を記せ。

問3 文中の空欄 え に適する語句を、次の(1)～(3)から選び、番号で
答えよ。

- (1) 酸
- (2) 中
- (3) 塩基

問 4 下線部(A)に関して、次の(a)～(d)のうち水中で強電解質であるものの組み合わせはどれか。正しいものを下の(1)～(6)から選び、番号で答えよ。

(a) リン酸

(b) ヨウ化水素

(c) アンモニア

(d) 水酸化カルシウム

(1) a と b

(2) a と c

(3) a と d

(4) b と c

(5) b と d

(6) c と d

問 5 下線部(B)の理由として、最も適するものを次の(1)～(4)から選び、番号で答えよ。

(1) $[\text{H}_2\text{O}]$ が十分小さく常に一定とみなせるから

(2) $[\text{H}_2\text{O}]$ が十分大きく常に一定とみなせるから

(3) $[\text{H}^+]$ や $[\text{OH}^-]$ が非常に広い範囲で変化するから

(4) $[\text{H}^+]$ と $[\text{OH}^-]$ の積が大きくて一定とみなせるから

問 6 下線部(C)に関して、水中の酢酸の電離平衡と pH の関係について考える。次の問(i)～(iii)に答えよ。

- (i) 1 価の酸の電離定数は、初濃度 c (mol/L)、電離度 α を用いて表すとどのようになるか。最も適するものを次の(1)～(4)から選び、番号で答えよ。

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

- (ii) 酢酸の電離定数が 2.0×10^{-5} mol/L、電離度が 1.4×10^{-2} のときの初濃度(mol/L)はいくらか。最も近い値を次の(1)～(4)から選び、番号で答えよ。

(1) 1.4×10^{-3} (2) 1.0×10^{-2}
(3) 1.0×10^{-1} (4) 1.4×10^{-1}

- (iii) 酢酸の初濃度が 1.0×10^{-1} mol/L、電離定数が 2.0×10^{-5} mol/L のとき、この水溶液の pH はいくらか。小数第 2 位まで求めよ。ただし、 $\log_{10} 2 = 0.30$ とする。

問 7 下線部(D)に関して、酢酸と酢酸ナトリウムの混合水溶液を用いた緩衝溶液を調製した。酢酸ナトリウムは水溶液中で完全に電離するため、混合水溶液の電離平衡における酢酸の濃度は初濃度に等しいと近似できる。次の問(i)～(iii)に答えよ。ただし、酢酸の電離定数を $2.0 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ 、 $\log_{10} 2 = 0.30$ 、 $\log_{10} 3 = 0.48$ とする。

- (i) 酢酸の電離定数が $K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$ であるとき、この混合水溶液の pH はどのように表されるか。最も適するものを次の(1)～(4)から選び、番号で答えよ。

(1) $\frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} K_a$

(2) $\frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} K_a$

(3) $\log_{10} K_a - \log_{10} \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$

(4) $-\log_{10} K_a + \log_{10} \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$

- (ii) pH 5.0 の緩衝溶液をつくるために必要な酢酸ナトリウムの濃度 (mol/L) は、酢酸の濃度 (mol/L) のおよそ何倍か。1桁の整数で答えよ。

- (iii) 純水 1.0 L に 0.05 mol の HCl を加えると、pH は純水に比べておよそ 5.7 下がる。 $[\text{CH}_3\text{COOH}] = 0.10 \text{ mol/L}$ 、 $[\text{CH}_3\text{COO}^-] = 0.10 \text{ mol/L}$ の緩衝液 1.0 L に 0.05 mol の HCl を加えたとき、もとの緩衝液からの pH の変化分はいくらか。最も近いものを次の(1)～(4)から選び、番号で答えよ。ただし、HCl を加えることによって溶液の体積は変化しないものとする。

(1) 0.2

(2) 0.5

(3) 1.2

(4) 4.2

4 染料の合成に関する次の文を読み、下の問1～問5に答えよ。

人類は古代より、植物の葉・茎・根や貝の分泌液などに含まれる色素を糸や布の染料として利用してきた。現在では、天然の素材から得られる染料に代わり、石油や石炭を原料にして化学的に合成した種々の色素を染料として利用している。

アニリンの希塩酸溶液を氷冷しながら、ア 水溶液を加えると、塩化ベンゼンジアゾニウム^(い)の水溶液が得られる。塩化ベンゼンジアゾニウム^(い)の水溶液に芳香族化合物であるイのウ水溶液を加えると橙赤色の

ロキシアゾベンゼン

が生成する。分子中にアゾ基をもつ化合物は、アゾ化合物とよばれる。芳香族アゾ化合物は黄色～赤色を示すものが多く、染料や色素などとして広く利用されている。同様の方法で図1に示すスルファニル酸ナトリウム^(う)をジアゾ化した後、*N,N*-ジメチルアニリンとカップリングを行うと、中和滴定の指示薬として用いられるエが生成する。

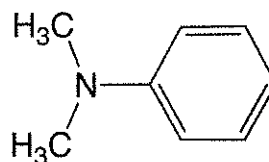
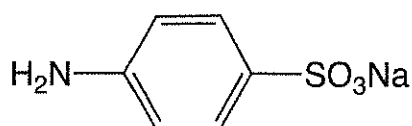


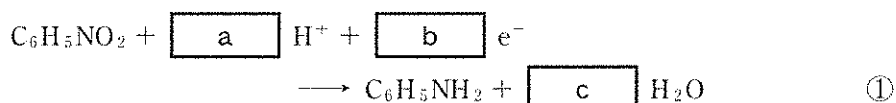
図1 スルファニル酸ナトリウム(左)と*N,N*-ジメチルアニリン(右)の構造式

問1 文中の空欄ア～エに最も適する語句を次の(11)～(22)から選び、番号で答えよ。

- | | |
|---------------|-----------------|
| (11) 亜硫酸ナトリウム | (12) 硫酸ナトリウム |
| (13) 亜硝酸ナトリウム | (14) 硝酸ナトリウム |
| (15) 水酸化ナトリウム | (16) 塩化アンモニウム |
| (17) フェノール | (18) 1-ナフトール |
| (19) ベンゼン | (20) オレンジⅡ |
| (21) メチルオレンジ | (22) フェノールフタレイン |

問 2 下線部(あ)に関して、アニリン塩酸塩は、ニトロベンゼンをスズ Sn と濃塩酸で還元することにより得られる。その酸化還元反応式は次の文のようにして作ることができる。反応式①～③の a ～ j にあてはまる係数を下の解答群(11)～(25)から選び、番号で答えよ。ただし、同じ番号を何度用いても良い。

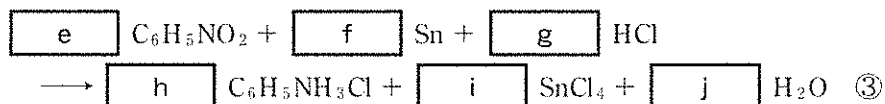
文 ニトロベンゼンがアニリンに変化する反応式は、両辺の O 原子の数、H 原子の数および電荷を合わせると式①のように表される。



次に Sn が塩酸に溶けて Sn^{2+} となり、さらに Sn^{4+} へと変化する反応式は式②のようになる。



式①と式②より、酸化還元反応式が導かれる。ただし、この反応は過剰の塩酸を用いているので、生成物はアニリン塩酸塩となり、その化学反応式は式③のようになる。



解答群

- | | | | | |
|---------|---------|---------|---------|---------|
| (11) 2 | (12) 3 | (13) 4 | (14) 5 | (15) 6 |
| (16) 7 | (17) 8 | (18) 9 | (19) 10 | (20) 11 |
| (21) 12 | (22) 14 | (23) 15 | (24) 16 | (25) 24 |

問 3 下線部(い)に関して、氷冷する理由として最も適するものはどれか。次の

(1)～(5)から選び、番号で答えよ。

- (1) アニリンを塩酸塩にするため。
- (2) アニリン塩酸塩を十分に水に溶解させるため。
- (3) 塩化ベンゼンジアゾニウムが水と反応してフェノールと N_2 および HCl が生成するのを防ぐため。
- (4) 塩化ベンゼンジアゾニウムが水と反応してアニリンと HCl が生成するのを防ぐため。
- (5) 生成するアゾ化合物が分解するのを防ぐため。

問 4 アニリンを硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液で酸化すると、染料として使われる水に不溶な物質が生成する。この物質の名称を記せ。

問 5 下線部(う)に関して、スルファニル酸ナトリウムと *N,N*-ジメチルアニリンのかわりに、アニリンと 2-ナフトールを用いてジアゾカップリングを行うと染料であるスダン I が得られる。図 2 の破線で囲んだ空欄にあてはまる部分構造をそれぞれ補って、スダン I の構造式を完成せよ。

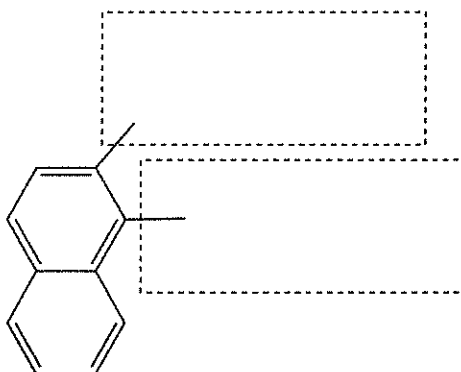


図 2 スダン I の構造式