

2017年度 理 科

- ④6 物理(1～5 ページ)
- ④7 化学(6～16 ページ) 問 題 冊 子
- ④8 生物(17～28 ページ)

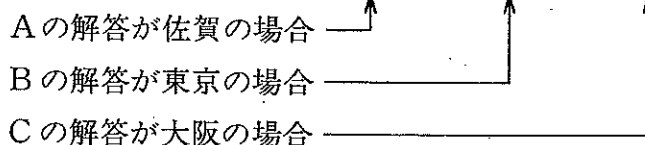
注 意 事 項

- (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)]

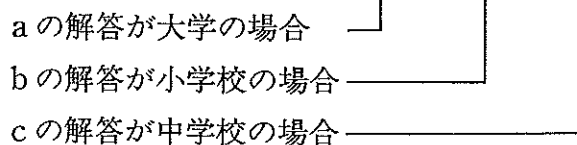
例 1. [語群]が二桁で〔11〕大阪〔12〕佐賀〔13〕長崎〔14〕東京 とある場合

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



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



## 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 次の(1)～(5)のうち、還元作用を有するものだけを含む組み合わせを選び、番号で答えよ。

- |                      |                      |               |
|----------------------|----------------------|---------------|
| (1) $\text{Fe}^{3+}$ | $\text{H}_2\text{S}$ | $\text{Na}$   |
| (2) $\text{Fe}^{2+}$ | $\text{O}_3$         | $\text{F}^-$  |
| (3) $\text{F}_2$     | $\text{CO}$          | $\text{Na}^+$ |
| (4) $\text{H}_2$     | $\text{I}^-$         | $\text{Zn}$   |
| (5) $\text{Fe}$      | $\text{SO}_2$        | $\text{CO}_2$ |

問2 固体のスクロース( $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ )を酸素中で完全燃焼させたところ、液体の水99gを生じた。この反応の熱量(kJ)はいくらか。最も適する値を次の(1)～(6)から選び、番号で答えよ。ただし、固体のスクロース、液体の水、気体の二酸化炭素の生成熱は、それぞれ2222(kJ/mol)、286(kJ/mol)、394(kJ/mol)とする。また、原子量は $\text{H} = 1.0$ 、 $\text{C} = 12.0$ 、 $\text{O} = 16.0$ である。

- |            |            |           |
|------------|------------|-----------|
| (1) - 5652 | (2) - 2826 | (3) - 320 |
| (4) 320    | (5) 2826   | (6) 5652  |

問 3 次の(a)~(d)のうち、糖類を基質とする酵素(群)はどれか。正しいものの組み合わせを下の(1)~(6)から選び、番号で答えよ。

(a) カタラーゼ

(b) スクララーゼ

(c) チマーゼ

(d) リパーゼ

(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5に答えよ。

融解したある金属に、他の元素の単体を混合して凝固させたものを合金<sup>(A)</sup>という。合金にすることで、単体では得られない優れた特性をもった金属材料を得ることができる。例えば、ステンレス鋼とよばれる合金は、を主成分として、やニッケルなどを混合したものであり、の酸化物の被膜が表面を保護するため、酸化や腐食が起こりにくい。

また、金属の結晶格子は、最密充填構造<sup>(B)</sup>のものでも%のすき間が存在する。最近では、このすき間を利用して自己の体積の1,000倍以上の水素ガスを金属結晶内部に吸蔵できる、水素吸蔵合金とよばれる合金が開発されている。

一方、金属はイオン化することにより、ほかのイオンや分子と結合した様々な錯イオンを形成する。例えば、コバルト(III)イオンは、いくつかのアンモニア<sup>(C)</sup>と塩化物イオン<sup>(D)</sup>が結合した安定な錯イオンを形成する。コバルト(III)イオンに結合した塩化物イオンは水溶液中で電離しないため、硝酸銀水溶液を加えても塩化銀として沈殿することはない。

問1 文中の空欄～に最も適するものを、次の(11)～(25)から選び、番号で答えよ。

- |          |            |          |
|----------|------------|----------|
| (11) チタン | (12) バナジウム | (13) クロム |
| (14) 鉄   | (15) 銅     | (16) 20  |
| (17) 26  | (18) 32    | (19) 38  |
| (20) 44  | (21) 水素    | (22) イオン |
| (23) 金属  | (24) 配位    | (25) 共有  |

問 2 下線部(A)に関する次の記述(a)～(e)のうち、正しいものの組み合わせはどれか。下の(1)～(9)から選び、番号で答えよ。

- (a) 青銅, 黄銅, 白銅, 洋銀は, いずれも銅を主成分とする合金である。
- (b) ジュラルミンは, アルミニウムにニッケルやマグネシウムなどを添加した軽合金である。
- (c) 超電導合金は, ある温度以上になると電気抵抗が0になる合金である。
- (d) チタン合金は, 軽量で強度や耐食性に優れるため, 航空機やスポーツ用品等に利用される。
- (e) ニクロムは, 電気抵抗が小さいため電線に利用される。

- |         |         |         |
|---------|---------|---------|
| (1) aとb | (2) aとc | (3) aとd |
| (4) aとe | (5) bとc | (6) bとd |
| (7) bとe | (8) cとd | (9) cとe |

問 3 下線部(B)の1つである面心立方格子では, 単位格子の一辺の長さを  $a$  とすると, 原子半径  $r$  はどのように表されるか。正しいものを次の(1)～(6)から選び, 番号で答えよ。

- |                             |                             |                           |
|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| (1) $\frac{\sqrt{3}}{4}a$   | (2) $\frac{\sqrt{3}}{4}a^2$ | (3) $\frac{\sqrt{2}}{4}a$ |
| (4) $\frac{\sqrt{2}}{4}a^2$ | (5) $\frac{1}{2}a$          | (6) $\frac{1}{2}a^2$      |

問 4 下線部(C)に関する次の記述(a)～(e)のうち、正しいものの組み合わせはどれか。下の(1)～(9)から選び、番号で答えよ。

- (a) 金属元素の陽イオンに、いくつかの分子や陰イオンが不対電子を用いて結合したイオンを錯イオンという。
- (b) 銅(II)イオンを含む水溶液に、濃塩酸を加えるとヘキサクロリド銅(II)酸イオンの黄緑色溶液となる。
- (c) 銅(II)イオンは、水溶液中ではテトラアqua銅(II)イオンとして存在する。
- (d) 酸化亜鉛(II)を強塩基水溶液に溶解すると、テトラヒドロキシド亜鉛(II)酸イオンとなる。
- (e) 鉄(III)イオンを含む水溶液に、ヘキサシアニド鉄(II)酸カリウム水溶液を加えると、血赤色溶液となる。

- |         |         |         |
|---------|---------|---------|
| (1) aとb | (2) aとc | (3) aとd |
| (4) aとe | (5) bとc | (6) bとd |
| (7) bとe | (8) cとd | (9) cとe |

問 5 下線部(D)に関して、 $\text{CoCl}_3(\text{NH}_3)_4$ の組成をもつコバルト(III)錯塩 46.7 g を水に溶解し、過剰の硝酸銀を加えたところ、塩化銀 28.7 g が沈殿した。次の問(i)および(ii)に答えよ。ただし、原子量は  $\text{H} = 1.0$ ,  $\text{N} = 14.0$ ,  $\text{O} = 16.0$ ,  $\text{Cl} = 35.5$ ,  $\text{Co} = 59.0$ ,  $\text{Ag} = 108.0$  とする。

- (i) この錯塩中の錯イオンには、立体構造の異なる2つの異性体が存在する。これらの構造式を、解答欄の例にならって記せ。
- (ii) 沈殿した塩化銀をアンモニア水に溶解すると、無色の溶液になった。この反応の化学反応式を記せ。

3 次の文を読み、下の問1～問6に答えよ。

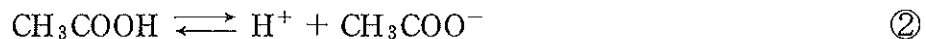
ただし、水のイオン積は  $1.0 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$ 、酢酸の電離定数は  $2.7 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$  とし、 $\log_{10} 2.0 = 0.30$ 、 $\log_{10} 3.0 = 0.48$  とする。

純粋な水は、①式のように水分子の一部が水素イオン  $\text{H}^+$  と水酸化物イオン  $\text{OH}^-$  に電離し、電離平衡の状態が存在している。



ここで、水素イオン濃度  $[\text{H}^+]$  と水酸化物イオン濃度  $[\text{OH}^-]$  の積は水のイオン積とよばれる。純粋な水は  $[\text{H}^+]$  と  $[\text{OH}^-]$  が等しいので中性である。

水に酢酸を加えると、酢酸の一部は電離し、次のような平衡に達する。



②式より、酢酸水溶液は酸性を示すことが分かる。

また、水に酢酸ナトリウムを溶かすと、酢酸ナトリウムは③式のように完全に電離する。



③式の  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  の一部は水と反応するので、酢酸ナトリウムの水溶液は中性<sup>(a)</sup>  
ではなくなる。このように、水溶液の pH は水に溶かした電解質の種類により異<sup>(b)</sup>  
なる。

一方、水に酢酸とその塩である酢酸ナトリウムを加えた混合水溶液の場合、少量の酸あるいは塩基を加えても、この混合水溶液の pH はほとんど変化しない。このように水溶液の pH をほぼ一定に保つ作用を緩衝作用といい、緩衝作用は弱<sup>(c)</sup>  
酸を強塩基で中和滴定するときにもみられる。

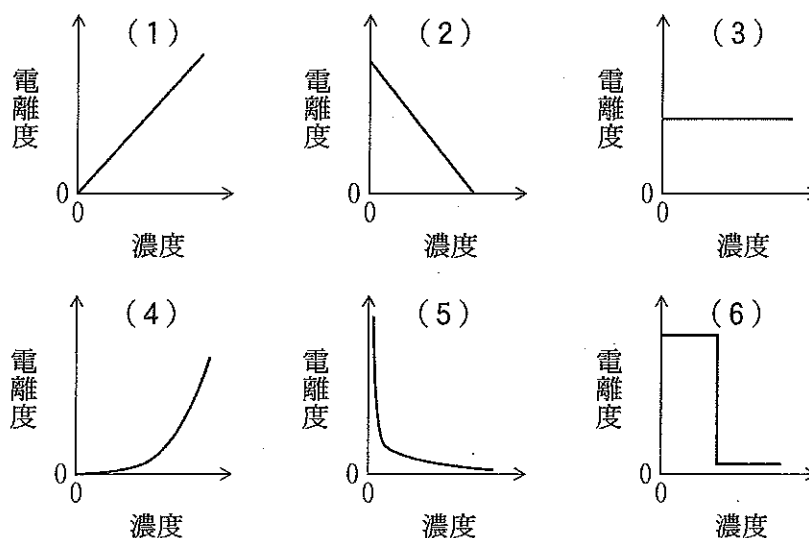
問1 ①式の平衡状態に次の物質を加えたとき、平衡を移動させない物質はどれか。次の(1)～(6)から選び、番号で答えよ。

- |             |              |
|-------------|--------------|
| (1) 塩酸      | (2) 水酸化ナトリウム |
| (3) 硫化水素    | (4) フェノール    |
| (5) 塩化カルシウム | (6) 水酸化カルシウム |

問 2 水のイオン積に関する次の記述(1)～(6)のうち、正しいものを選び、番号で答えよ。

- (1) 水の電離は発熱反応なので、水のイオン積は温度が高いほど大きくなる。
- (2) 水の電離は発熱反応なので、水のイオン積は温度が低いほど大きくなる。
- (3) 水の電離は発熱反応であるが、水のイオン積は温度により変化しない。
- (4) 水の電離は吸熱反応なので、水のイオン積は温度が高いほど大きくなる。
- (5) 水の電離は吸熱反応なので、水のイオン積は温度が低いほど大きくなる。
- (6) 水の電離は吸熱反応であるが、水のイオン積は温度により変化しない。

問 3 次のグラフは酢酸水溶液における酢酸の濃度と電離度の関係を模式的に示したものである。正しいものを次の(1)～(6)から選び、番号で答えよ。





問 4 文中の下線部(a)に関して、 $1.0 \times 10^{-2}$  mol/Lの酢酸ナトリウム水溶液のpHの値はいくらか。最も近いものを次の(1)～(9)から選び、番号で答えよ。

- (1) 5.7      (2) 6.0      (3) 7.4      (4) 7.9      (5) 8.3  
(6) 8.7      (7) 9.3      (8) 11.4      (9) 12.0

問 5 文中の下線部(b)に関して、水溶液が塩基性を示す電解質はどれか。次の(1)～(6)から選び、番号で答えよ。

- (1) 塩化鉄(Ⅲ)                      (2) 硫酸水素ナトリウム  
(3) 亜硫酸ナトリウム              (4) 硝酸カリウム  
(5) 硫酸銅(Ⅱ)                      (6) 塩化アンモニウム

問 6 文中の下線部(c)に関する次の文を読み、下の問(i)～(iii)に答えよ。

下の図は $1.0 \times 10^{-1}$  mol/L酢酸水溶液 10 mLに $1.0 \times 10^{-1}$  mol/L水酸化ナトリウム水溶液を加えたときの滴定曲線である。

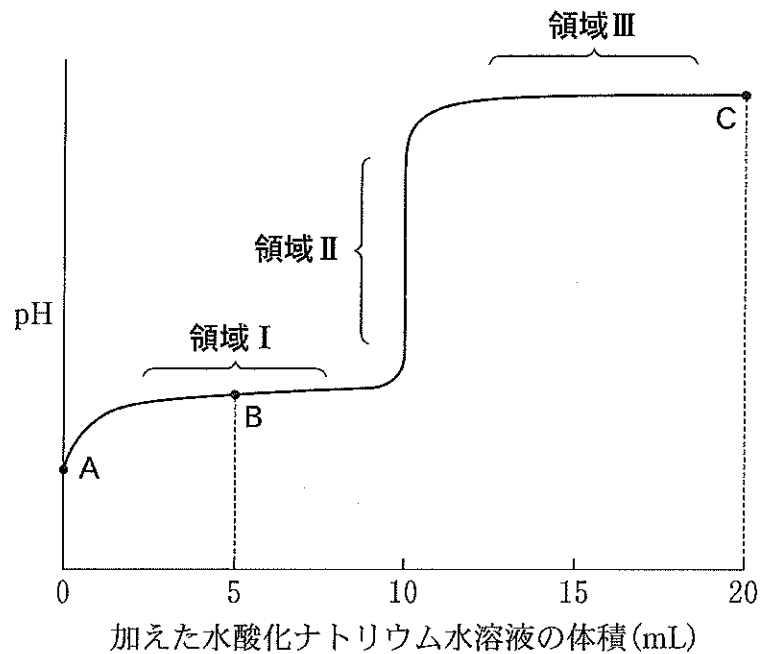


図 滴定曲線

(i) 図の中和点に関する次の記述(ア)～(カ)のうち、正しいものの組み合わせを下の(1)～(9)から選び、番号で答えよ。

- (ア) 中和点における pH は、7 より小さい。
- (イ) 中和点における pH は、7 である。
- (ウ) 中和点における pH は、7 より大きい。
- (エ) 中和に必要な水酸化ナトリウム水溶液の体積は、10 mL よりも小さい。
- (オ) 中和に必要な水酸化ナトリウム水溶液の体積は、10 mL である。
- (カ) 中和に必要な水酸化ナトリウム水溶液の体積は、10 mL よりも大きい。

- |         |         |         |
|---------|---------|---------|
| (1) アとエ | (2) アとオ | (3) アとカ |
| (4) イとエ | (5) イとオ | (6) イとカ |
| (7) ウとエ | (8) ウとオ | (9) ウとカ |

(ii) 図の滴定曲線において、緩衝作用がみられる領域は領域Ⅰ～領域Ⅲのうちどれか。正しいものを次の(1)～(6)から選び、番号で答えよ。

- |             |             |
|-------------|-------------|
| (1) 領域Ⅰのみ   | (2) 領域Ⅱのみ   |
| (3) 領域Ⅲのみ   | (4) 領域Ⅰと領域Ⅱ |
| (5) 領域Ⅰと領域Ⅲ | (6) 領域Ⅱと領域Ⅲ |

(iii) 図の点A, B, Cにおける pH はそれぞれいくらか。小数第1位まで求めよ。

4 芳香族化合物の分離について述べた次の文を読み、下の問1～問6に答えよ。  
ただし、原子量は  $H = 1.0$ ,  $C = 12.0$ ,  $N = 14.0$ ,  $O = 16.0$ ,  $Na = 23.0$  とする。

一般に、有機化合物はエーテルなどの有機溶媒に溶けやすく、水に溶けにくい。一方、酸性や塩基性の有機化合物に塩基や酸の水溶液を加え塩に変えたとすると、水に溶けやすく、有機溶媒に溶けにくくなる。このような溶解性の違いを利用して有機化合物の混合物を分離することができる。

ここに、アニリン、安息香酸、フェノール、ニトロベンゼンの混合物がある。そこで、次の操作1～操作3を行った。

操作1 アニリン、安息香酸、フェノール、ニトロベンゼンを含むジエチルエーテル溶液を分液漏斗に入れ、よく振り混ぜながら希塩酸を加え酸性にした。静置した後、エーテル層Ⅰと水層Ⅰに分離した。

操作2 エーテル層Ⅰを分液漏斗に入れ、よく振り混ぜながら水酸化ナトリウム水溶液を加え塩基性にした。静置した後、エーテル層Ⅱと水層Ⅱに分離した。

操作3 水層Ⅱに二酸化炭素を十分に通じると、化合物Aが遊離した。このとき、得られた水層Ⅲには、化合物Bが溶けていた。

問1 次の有機溶媒(a)～(e)のうち、操作1および操作2で用いたジエチルエーテルの代わりに使用できる溶媒の組み合わせはどれか。下の(1)～(9)から選び、番号で答えよ。

- (a) アセトン                      (b) エタノール                      (c) 酢酸エチル  
(d) ジクロロメタン              (e) メタノール

- (1) aとb                      (2) aとc                      (3) aとd  
(4) aとe                      (5) bとc                      (6) bとd  
(7) bとe                      (8) cとd                      (9) cとe

問 2 操作 1 で得られた水層 I に水酸化ナトリウム水溶液を加え塩基性にした。  
このとき、溶解していた有機化合物に起こる反応の化学反応式を完成せよ。

問 3 エーテル層 II に含まれる化合物の名称を、次の(1)~(8)から 1 つ選び、  
番号で答えよ。

- |             |                        |
|-------------|------------------------|
| (1) アニリン    | (2) アニリン塩酸塩            |
| (3) 安息香酸    | (4) 安息香酸ナトリウム          |
| (5) フェノール   | (6) ナトリウムフェノキシド        |
| (7) ニトロベンゼン | (8) <i>o</i> -ニトロフェノール |

問 4 化合物 A および B の構造式を、解答欄の例にならって記せ。

問 5 次の化合物(あ)~(う)に操作 1 ~ 操作 3 を行うと、最終的にどの層に分離  
されるか。下の(1)~(3)から選び、それぞれ番号で答えよ。

(あ) サリチル酸      (い) トルエン      (う) ナフタレン

(1) 水層 I      (2) エーテル層 II      (3) 水層 III

問 6 安息香酸 20 mg とフェノール 20 mg を混合し、十分な量の炭酸水素ナト  
リウム水溶液を加えた。発生する二酸化炭素は標準状態で何 mL か。最も近  
い値を次の(1)~(9)から選び、番号で答えよ。

- |         |         |         |
|---------|---------|---------|
| (1) 0.9 | (2) 1.8 | (3) 2.0 |
| (4) 2.4 | (5) 3.7 | (6) 4.1 |
| (7) 4.8 | (8) 8.4 | (9) 9.4 |