

2024 年度
医学部医学科一般選抜試験問題
(理 科)

物理 1～10 ページ

化学 11～21 ページ

生物 22～38 ページ

- 注意事項**
1. 出願の際に選択した2科目について解答すること。
 2. 解答用紙(マークカード)は各科目につき1枚である。
 3. 選択しない科目の解答用紙(マークカード)は、全面に大きく×印をつけて、机の右端に置くこと。試験中に回収します。
 4. 解答用紙(マークカード)に、氏名・受験番号の記入および受験番号のマークを忘れないこと。
 5. マークはHBの鉛筆、シャープペンシルで、はっきりとマークすること。
 6. マークを消す場合、消しゴムで完全に消し、消しくずを残さないこと。
 7. 解答用紙(マークカード)は折り曲げたり、メモやチェックなどで汚したりしないように注意すること。
 8. 各問題の選択肢のうち質問に適した答えを1つだけ選びマークすること。1問に2つ以上解答した場合は誤りとする。
 9. 問題用紙は解答用紙(マークカード)とともに机上に置いて退出すること。持ち帰ってはいけない。

2024 年度
医学部医学科一般選抜試験問題(化学)

I 次の問1～問8に答えよ。答えは各問の①から始まる選択肢の中から選べ。

問1 水分子の2つの水素原子が ^3H のみからなる水($^3\text{H}_2\text{O}$)と ^1H のみからなる水($^1\text{H}_2\text{O}$)を1:1(液体の体積比)で混ぜた。この水の密度は、水($^1\text{H}_2\text{O}$)の密度のおよそ何倍か。水1 molあたりの液体の体積は構成する水素原子の種類によらず同じとし、 ^3H の壊変は無視できるものとする。なお、 ^1H の相対質量は1.0、 ^3H の相対質量は3.0、Oの原子量は16.0とする。

1

- ① 1.02 ② 1.06 ③ 1.11 ④ 1.17 ⑤ 1.22

問2 イオン結合や、イオンからなる物質に関する次の記述のうち、誤っているものを2つ選べ。

2

- a. 塩化ナトリウムは固体の状態では電気を通さないが、高温で融解して液体になると電気を通す。
b. 酸化カルシウムと塩化ナトリウムでは、酸化カルシウムの方が融点が高い。
c. 塩化セシウムの結晶構造は、体心立方格子であり、配位数は8である。
d. イオン結晶のなかには、水に溶けにくい電解質もある。
e. 水分子間に働く水素結合は、イオン結合の一種である。

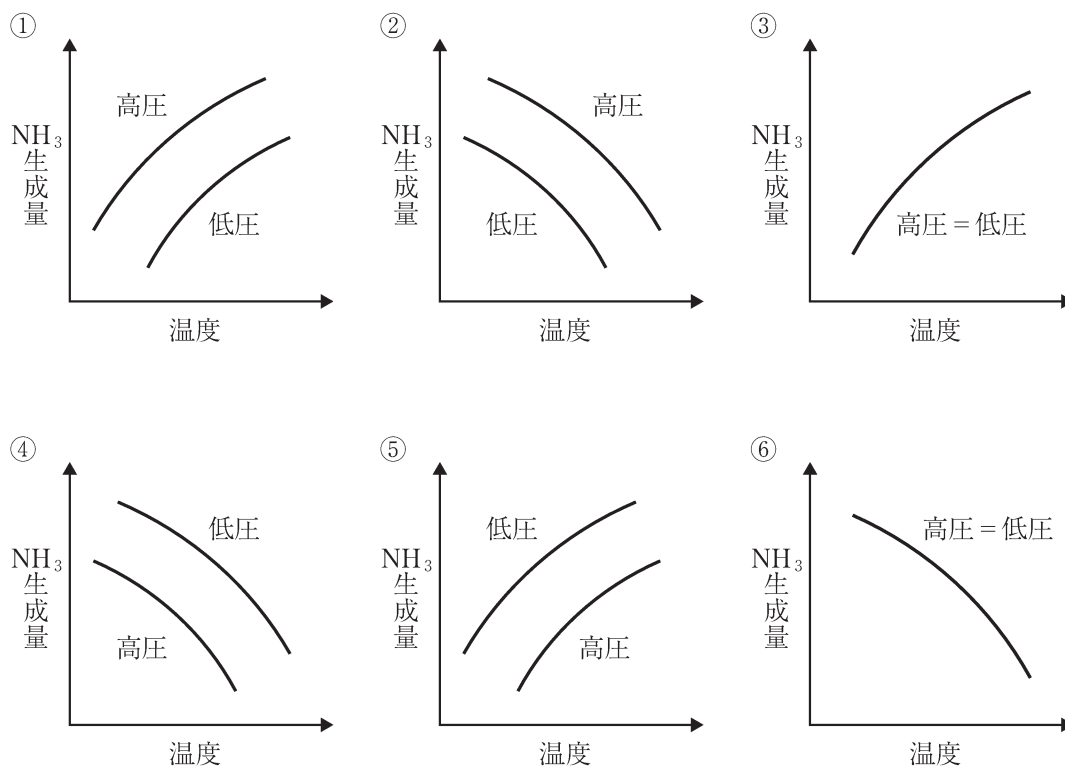
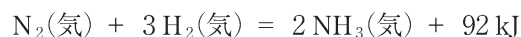
- ① a, b ② a, c ③ a, d ④ a, e ⑤ b, c
⑥ b, d ⑦ b, e ⑧ c, d ⑨ c, e ⑩ d, e

問3 反応熱に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

3

- ① 反応熱の大きさは、触媒を用いても変わらない。
② 燃焼反応は、常に発熱反応である。
③ 生成反応は、常に発熱反応である。
④ 溶解は、発熱反応の場合も吸熱反応の場合もある。
⑤ 中和反応は、酸や塩基の種類に関係なく、常に発熱反応である。

問4 下記の熱化学方程式で表される可逆反応が平衡状態にあるとき、温度・圧力の変化によるアンモニアの生成量の傾向を表したグラフとして、もっとも適当なものはどれか。 4



問5 元素の周期表における第5周期までのハロゲンのうち、水素化合物の水溶液が強い酸性を示さないもの、銀との化合物が水に溶けやすいものが、順に並んでいるものはどれか。

5

- | | | |
|---------|----------|---------|
| ① F, F | ② F, Br | ③ F, I |
| ④ Br, F | ⑤ Br, Br | ⑥ Br, I |
| ⑦ I, F | ⑧ I, Br | ⑨ I, I |

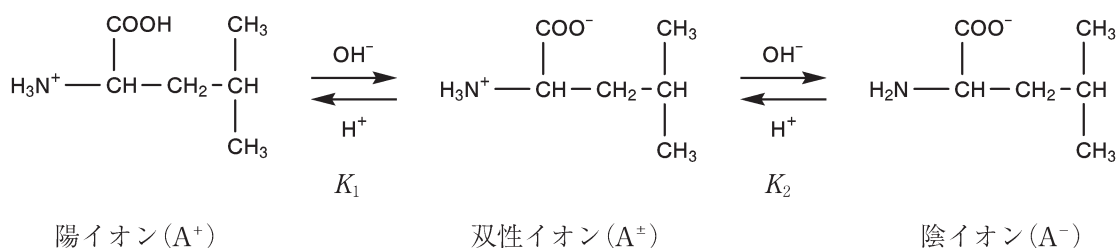
化学—3

問6 Fe^{2+} または Fe^{3+} を含む水溶液それぞれに対し、下表の a～e の操作を行った。操作による、 Fe^{2+} を含む水溶液の結果および Fe^{3+} を含む水溶液の結果の組み合わせが、共に正しいものを2つ選べ。 6

	操作	Fe^{2+} の結果	Fe^{3+} の結果
a	NaOH 水溶液を加える	赤褐色の沈殿が生成	緑白色の沈殿が生成
b	$\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 水溶液を加える	濃青色の沈殿が生成	暗褐色の沈殿が生成
c	$\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 水溶液を加える	青白色の沈殿が生成	濃青色の沈殿が生成
d	酸性にして H_2S を通じる	黒色の沈殿が生成	変化なし
e	KSCN 水溶液を加える	変化なし	血赤色の溶液に変化

- 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7 α -アミノ酸の一種であるロイシンは水溶液中で下図のように3種類のイオンの平衡状態にある。



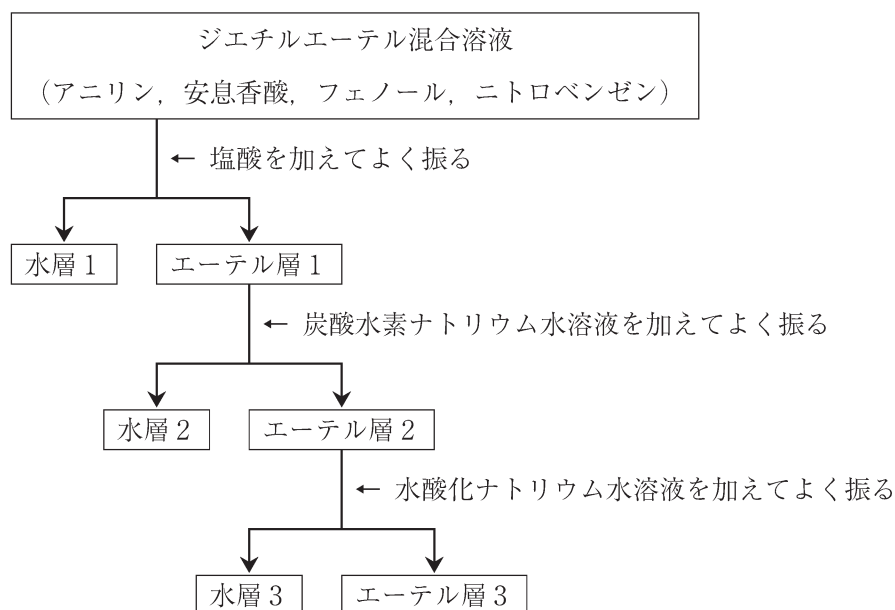
陽イオン，双性イオン，陰イオン，水素イオンのモル濃度をそれぞれ $[\text{A}^+]$ ， $[\text{A}^\pm]$ ， $[\text{A}^-]$ ， $[\text{H}^+]$ とすると，陽イオン(A^+)と双性イオン($\text{A}^\pm$)の間の電離平衡の電離定数 K_1 ，双性イオン($\text{A}^\pm$)と陰イオン(A^-)の間の電離平衡の電離定数 K_2 は，それぞれ次のようになる。

$$K_1 = \frac{[\text{A}^\pm][\text{H}^+]}{[\text{A}^+]}, \quad K_2 = \frac{[\text{A}^-][\text{H}^+]}{[\text{A}^\pm]}$$

ロイシンの K_1 は $4.4 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ であり，等電点は 6.00 であるとする。ロイシンの K_2 は何 mol/L か。次のうちから，もっとも近い値を選べ。 7

- ① 4.4×10^{-15} ② 2.3×10^{-10} ③ 4.4×10^{-9}
 ④ 4.4×10^{-6} ⑤ 2.3×10^{-4} ⑥ 2.3×10^{-1}

問 8 下図は、アニリン、安息香酸、フェノール、ニトロベンゼンをジエチルエーテルに溶かした混合溶液から、各成分を分離する手順を模式的に示したものである。



水層中では各物質は塩となって溶けている。これらをもとの化合物として各水層から遊離させるには、それぞれ何を加えればよいか。もっとも適当なものが、水層 1，水層 2，水層 3 の順に並んでいるものを選べ。 8

- ① 塩酸，水酸化ナトリウム水溶液，水酸化ナトリウム水溶液
- ② 水酸化ナトリウム水溶液，塩酸，水酸化ナトリウム水溶液
- ③ 水酸化ナトリウム水溶液，水酸化ナトリウム水溶液，塩酸
- ④ 水酸化ナトリウム水溶液，塩酸，塩酸
- ⑤ 塩酸，水酸化ナトリウム水溶液，塩酸
- ⑥ 塩酸，塩酸，水酸化ナトリウム水溶液

化学—5

Ⅱ 水酸化カリウムは水酸化ナトリウムと似た性質をもっている。水酸化カリウムに関する次の問1～問3に答えよ。答えは各問の①から始まる選択肢の中から選べ。

問1 水酸化カリウムは、製法も水酸化ナトリウムと同様である。塩化カリウムを原料にした水酸化カリウムの工業的な製法について、関係の深い用語を2つ選べ。 9

- a. イオン交換膜 b. クロマトグラフィー c. 電解精錬
d. 電気分解 e. 溶融塩(融解塩)電解
- 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2 水酸化カリウム水溶液の二段階滴定の実験に関する次の文章を読み、(1)、(2)の問いに答えよ。

水酸化カリウム(固体)は、不純物として水や炭酸カリウム K_2CO_3 を含んでいる。水酸化カリウム(固体)の物質量を調べるために、塩酸を用いて、水酸化カリウム水溶液の二段階滴定を操作1、操作2の順に行った。

操作1. 不純物として炭酸カリウムを含む水酸化カリウムを純水に溶かし、指示薬としてフェノールフタレイン溶液を加え、水溶液が無色になるまで塩酸を滴下した。

操作2. さらに指示薬としてメチルオレンジ溶液を加え、色が変わるまで塩酸を滴下した。

(1) 操作1で加えた塩酸中の H^+ の物質量と同じ値をとるのはどれか。 10

- ① 操作1を行う前の水酸化カリウムの物質量
② 操作1を行う前の炭酸カリウムの物質量
③ 操作1終了時点の炭酸水素カリウムの物質量
④ 操作1を行う前の水酸化カリウムの物質量と炭酸カリウムの物質量の和
⑤ 操作1を行う前の水酸化カリウムの物質量と操作1終了時点の炭酸水素カリウムの物質量の差
⑥ 操作1を行う前の炭酸カリウムの物質量と操作1終了時点の炭酸水素カリウムの物質量の和

(2) 操作1で加えた塩酸中の H^+ の物質量を $x[\text{mol}]$ 、操作2で加えた塩酸中の H^+ の物質量を $y[\text{mol}]$ とする。操作1を行う前の、水酸化カリウムの物質量、炭酸カリウムの物質量が順に並んでいるものはどれか。 11

- ① $x - 2y, x$ ② $x - 2y, x - y$ ③ $x - 2y, y$
④ $x, x - 2y$ ⑤ $x, x - y$ ⑥ x, y
⑦ $x - y, x - 2y$ ⑧ $x - y, x$ ⑨ $x - y, y$
⑩ $y, x - y$

問3 次の実用電池のうちから、電解質として水酸化カリウムを使用していないものを2つ選べ。

12

a. ニッケル水素電池

b. 酸化銀電池

c. 鉛蓄電池

d. リチウムイオン電池

e. アルカリマンガン乾電池

① a, b

② a, c

③ a, d

④ a, e

⑤ b, c

⑥ b, d

⑦ b, e

⑧ c, d

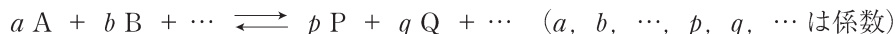
⑨ c, e

⑩ d, e

化学—7

Ⅲ 化学平衡の法則に関する次の文章を読み、問1～問3に答えよ。答えは各問の①から始まる選択肢の中から選べ。ただし、全ての気体は理想気体としてふるまうものとする。

一般に、物質 A, B, … が反応して物質 P, Q, … が生成する可逆反応は、次式のように表される。



この可逆反応が、ある一定の温度で平衡状態にあるとき、各物質のモル濃度 $[A]$, $[B]$, …, $[P]$, $[Q]$, … の間には次の関係が成り立つ。この定数を平衡定数(濃度平衡定数)といい、 K_c で表す。

$$K_c = \frac{[P]^p [Q]^q \cdots}{[A]^a [B]^b \cdots}$$

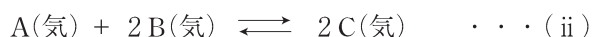
気体の反応では、濃度変化よりも圧力変化の測定が容易なので、各物質のモル濃度のかわりに分圧, p_A , p_B , …, p_P , p_Q , … で平衡定数を表すことがある。この定数を圧平衡定数といい、 K_p で表す。

$$K_p = \frac{p_P^p p_Q^q \cdots}{p_A^a p_B^b \cdots}$$

問1 一般に、体積 V の混合気体中の成分気体 A の物質量を n_A , 分圧を p_A とすると、気体の状態方程式から (i) 式が成り立つ。ここで R は気体定数, T は絶対温度を表す。

$$p_A = \frac{n_A}{V} RT = [A] RT \quad \cdots (i)$$

この関係を用いて、物質 A と物質 B から物質 C が生じる (ii) 式の可逆反応が平衡状態にあるときの圧平衡定数 K_p を、平衡定数 K_c で表したものはどれか。 13



① $K_p = \frac{K_c}{(RT)^3}$

② $K_p = \frac{K_c}{(RT)^2}$

③ $K_p = \frac{K_c}{RT}$

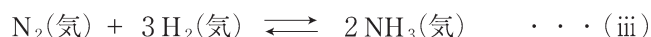
④ $K_p = K_c$

⑤ $K_p = K_c RT$

⑥ $K_p = K_c (RT)^2$

⑦ $K_p = K_c (RT)^3$

問2 容積一定の密閉容器に窒素と水素をそれぞれの分圧が $2.0 \times 10^6 \text{ Pa}$, $5.0 \times 10^6 \text{ Pa}$ になるように入れ、触媒を加えて同じ温度に保つと、全圧が $5.0 \times 10^6 \text{ Pa}$ に減少し、(iii) 式で示す平衡状態になった。この反応のこの温度での圧平衡定数 K_p の値 $[\text{Pa}^{-2}]$ はどれだけか。もっとも近い値を選べ。ただし、容器内の物質はすべて気体として存在しているものとする。 14



① 6.2×10^{-15}

② 6.2×10^{-14}

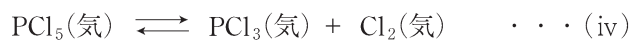
③ 5.0×10^{-13}

④ 5.0×10^{-12}

⑤ 6.7×10^{-8}

⑥ 6.7×10^{-7}

問3 容積一定の密閉容器に固体の五塩化リンを入れて加熱し、ある一定の温度に保ったところ、全ての五塩化リンが気体となり、一部が分解し、三塩化リンと塩素が生じて(iv)式で示す平衡状態になった。



これについて、(1)、(2)の問いに答えよ。

(1) 反応前の五塩化リンの物質量を n [mol]、平衡状態における五塩化リンの解離度(分解した五塩化リンの割合)を α ($0 < \alpha < 1$) とする。平衡状態での五塩化リンと三塩化リン、塩素の物質量の和を n と α で表したものはどれか。 15

- ① $3n\alpha$ ② $n(1 - 3\alpha)$ ③ $n(1 - \alpha)$
 ④ $n(1 + \alpha)$ ⑤ $n(1 + 3\alpha)$ ⑥ $n\alpha(4n\alpha + 1)$

(2) 平衡状態における混合気体の全圧を P [Pa] とするとき、圧平衡定数 K_p [Pa] を P と五塩化リンの解離度 α で表したものはどれか。 16

- ① $K_p = \frac{2\alpha}{1 - \alpha} P$ ② $K_p = \frac{\alpha^2}{1 - \alpha} P$ ③ $K_p = \frac{2\alpha^2}{1 - \alpha} P$
 ④ $K_p = \frac{\alpha^2}{(1 - \alpha)^2} P$ ⑤ $K_p = \frac{\alpha^2}{1 - \alpha^2} P$ ⑥ $K_p = \frac{4\alpha^2}{1 - \alpha^2} P$
 ⑦ $K_p = \frac{4\alpha^2}{1 + \alpha^2} P$ ⑧ $K_p = \frac{\alpha^2}{(1 + \alpha)^2} P$

化学—9

Ⅳ 次の操作1～5は、いずれも気体を発生させる。これらに関する、問1～問4に答えよ。答えは各問の①から始まる選択肢の中から選べ。なお、水蒸気については考えないものとする。

操作1. 銅に濃硫酸を加えて加熱する。

操作2. 銅に濃硝酸を加える。

操作3. 硫化鉄(Ⅱ)に希塩酸を加える。

操作4. ギ酸に濃硫酸を加えて加熱する。

操作5. 塩化ナトリウムに濃硫酸を加えて加熱する。

問1 操作1～5によって、液体に溶解した量も含めてそれぞれ1.00 molの気体が発生したとき、この気体発生反応の反応物として消費された酸は合計で何 mol か。 17

- ① 6.00 ② 6.50 ③ 7.00 ④ 7.50 ⑤ 8.00
⑥ 8.50 ⑦ 9.00 ⑧ 10.0 ⑨ 10.5 ⑩ 11.0

問2 操作1～5のうち、発生した気体が水に溶け、その気体が十分に溶解した水溶液が弱酸性を示す操作の番号を、2つ選べ。 18

- ① 1, 2 ② 1, 3 ③ 1, 4 ④ 1, 5 ⑤ 2, 3
⑥ 2, 4 ⑦ 2, 5 ⑧ 3, 4 ⑨ 3, 5 ⑩ 4, 5

問3 次の記述のうちから、誤っているものを2つ選べ。 19

- a. 操作1で生じた気体が還元剤としてはたらくことで、操作3の気体と反応する。
b. 操作2で生じた気体が溶けた水溶液は、単体の銀を溶かす。
c. 操作3で生じた気体を Mn^{2+} を含む塩基性の水溶液に通じると、黒色の沈殿が生じる。
d. 操作4で生じた気体は、高温で強い還元性をもつ。
e. 操作5で生じた気体を Pb^{2+} を含む水溶液に通じると、白色の沈殿が生じ、この沈殿は熱水に溶ける。

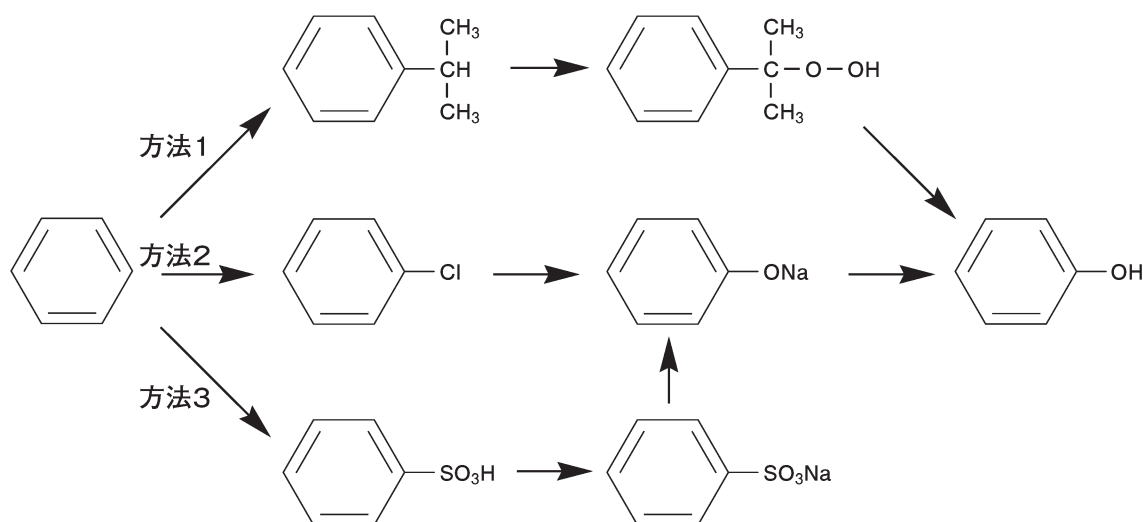
- ① a, b ② a, c ③ a, d ④ a, e ⑤ b, c
⑥ b, d ⑦ b, e ⑧ c, d ⑨ c, e ⑩ d, e

問4 操作1と操作5の反応における、濃硫酸の作用や性質を表す語が、操作1、操作5の順に並んでいるものはどれか。 20

- ① 脱水作用, 脱水作用 ② 脱水作用, 酸化作用 ③ 脱水作用, 不揮発性
④ 酸化作用, 脱水作用 ⑤ 酸化作用, 酸化作用 ⑥ 酸化作用, 不揮発性
⑦ 不揮発性, 脱水作用 ⑧ 不揮発性, 酸化作用 ⑨ 不揮発性, 不揮発性

V フェノールに関する次の問1～問3に答えよ。答えは各問の①から始まる選択肢の中から選べ。

問1 ベンゼンからフェノールを工業的に合成する方法としては、下図に示すようにクメン法(方法1)、クロロベンゼンを経由する方法(方法2)、ベンゼンスルホン酸を経由する方法(方法3)が用いられてきた。ただし、この図には、芳香族化合物以外の反応に必要な物質や反応生成物は示されていない。また、反応条件も省略されている。



これらの方法に関する次の記述のうちから、正しいものを2つ選べ。

21

- a. 最終的な生成物としてフェノール以外の有機化合物も得られるのは、方法1のみである。
- b. 途中で酸・塩基の中和反応が用いられるのは、方法1と方法3である。
- c. 方法2でベンゼンからクロロベンゼンを得るには、塩化水素を用いる。
- d. 途中でアルカリ融解が用いられるのは、方法3のみである。
- e. 方法2と方法3でナトリウムフェノキシドからフェノールを得るには、炭酸水素ナトリウムを用いる。

- | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|
| 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 |

化学—11

問2 $2.50 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ のフェノール水溶液 100.0 mL に、 $5.00 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ の臭素水 300.0 mL を加えたところ、全てのフェノールが臭素と反応し、沈殿が生じた。これについて、(1)、(2)の問いに答えよ。

(1) 生じた沈殿は何色か。 22

- ① 白色 ② 黒色 ③ 黄色
④ 赤褐色 ⑤ 淡青色 ⑥ 濃青色

(2) 混合後の水溶液中の臭素のモル濃度は計算上何 mol/L か。次のうちから、もっとも近い値を選べ。ただし、この沈殿反応以外の反応は考えないものとする。なお、混合後の水溶液の体積は、混合前の水溶液の体積の和に等しいものとする。 23

- ① 1.9×10^{-3} ② 2.5×10^{-3} ③ 7.5×10^{-3} ④ 1.9×10^{-2}
⑤ 2.5×10^{-2} ⑥ 2.8×10^{-2} ⑦ 3.1×10^{-2} ⑧ 7.5×10^{-2}

問3 フェノールとホルムアルデヒドからフェノール樹脂を合成する過程において、(i)最初にフェノールとホルムアルデヒドが結合し、(ii)次の反応ではその生成物に別のフェノールが結合する。さらにこれらが繰り返され、重合度の低い中間生成物が得られる。(iii)この中間生成物を加熱すると、フェノール樹脂が得られる。フェノール樹脂に関する次の記述のうちから、正しいものを2つ選べ。 24

- a. 下線部(i)は付加反応である。
b. 下線部(ii)は付加反応である。
c. 下線部(i)の反応において、ホルムアルデヒドはおもにフェノールのメタ位に結合する。
d. 中間生成物が得られるまでの反応には酸触媒も塩基触媒も用いることができるが、酸触媒を用いた場合は、下線部(iii)の加熱の際に硬化剤が必要になる。
e. フェノール樹脂は、平面的にのみ広がった網目構造をとる。

- 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