

2020年度 東京薬科大学薬学部
一般公募制推薦，社会人および帰国生徒特別選抜入学試験

適性能力検査（化学）問題

（この問題は4題からなっている）

受験についての注意

1. 試験開始の合図があるまで問題冊子を開いてはならない。
2. 合図があったら解答用紙に受験番号を記入し，男女別を○で囲みなさい。
3. 解答は解答用紙に鉛筆ではっきりと記入しなさい。
4. 解答は解答用紙の指定された場所に記入し，二重枠で囲まれている場所やそのほかの部分には何も書いてはならない。
5. 計算や下書きは，問題冊子の余白を利用しなさい。
6. 計算機を使用してはならない。
7. 携帯電話やスマートフォンなどの通信機器は必ず電源を切り，鞆の中にしまいなさい。
8. 不正行為に対しては厳正に対処する。不正行為を行った場合，その時点で適性能力検査（化学）の受験を停止とする。さらに，この後実施されるすべての試験も受験できない。
9. 試験終了後，問題冊子は持ち帰りなさい。

1 問1～問8に記号で答えなさい。

問1 物質 a～eのうち、分子からなるものを二つ選びなさい。

- a アルゴン b 酸化アルミニウム c 三酸化イオウ
d 硫化ナトリウム e 塩化カルシウム

問2 分子に関する記述 a～eのうち、誤っているものを二つ選びなさい。

- a 水は極性分子であり、その形は折れ線形である。
b 二酸化炭素は無極性分子であり、その形は直線形である。
c 四塩化炭素は極性分子であり、その形は正四面体形である。
d メタンは無極性分子であり、その形は正四面体形である。
e アンモニアは極性分子であり、その形は正四面体形である。

問3 ハロゲン元素に関する記述 a～eのうち、誤っているものを一つ選びなさい。

- a 価電子の数は7個である。
b フッ素や塩素の原子は電子親和力が大きく、陰イオンになりやすい。
c 過塩素酸の塩素原子の酸化数は+7である。
d ハロゲン化水素は、ハロゲン原子の電気陰性度が大きいほど酸性が強くなる。
e ハロゲンの単体の酸化力は、臭素 < 塩素 < フッ素 の順に強くなる。

問4 操作 a～eのうち、酸化還元反応によって気体が発生するものを二つ選びなさい。

- a 炭化カルシウム（カーバイド）に水を加える。
b マグネシウムの単体に塩酸を加える。
c 塩化ナトリウムに濃硫酸を加えて加熱する。
d 酸化鉄(III)にアルミニウム粉末を混ぜて点火する。
e 高度さらし粉に塩酸を加える。

問5 次の化合物のうち、それぞれの水溶液が酸性を示すものはいくつあるか。a～eから選びなさい。

CuSO₄ NaF NaHSO₄ FeCl₃ NaHCO₃

a 1 b 2 c 3 d 4 e 5

問6 次の化合物のうち、配位結合を含むものはいくつあるか。a～eから選びなさい。

CO(NH₂)₂ NH₄Cl (NH₄)₂SO₄ H₂O₂ (COOH)₂

a 1 b 2 c 3 d 4 e 5

問7 金属イオン a～f のうち、次の記述の ア にあてはまるものを二つ選びなさい。

ア を含む水溶液に少量のアンモニア水を加えると沈殿を生じ、さらに過剰の量のアンモニア水を加えても沈殿は溶けない。

a Fe³⁺ b Ag⁺ c Zn²⁺
d Ca²⁺ e Al³⁺ f Cu²⁺

問8 ある元素 M の単体 12.8 g を空气中で強熱したところ、すべて反応して酸化物 MO が 16.0 g 生成した。M の原子量として最も近い数値を a～e から選びなさい。ただし、O の原子量は 16 とする。

a 56 b 59 c 64
d 70 e 73

- 2 問1～問5に記号で答えなさい。ただし、標準状態（0℃， 1.013×10^5 Pa）における気体のモル体積は22.4 L/mol，原子量はH = 1.0，N = 14，O = 16，S = 32，Cu = 63.5，Zn = 65.4とする。

問1 0.10 mol/L アンモニア水の電離度を0.013としたとき，アンモニアの電離定数 K_b [mol/L] はいくらか。最も近い数値をa～fから選びなさい。

- | | | | | | |
|---|----------------------|---|----------------------|---|----------------------|
| a | 1.3×10^{-5} | b | 1.7×10^{-5} | c | 1.3×10^{-4} |
| d | 1.7×10^{-4} | e | 1.3×10^{-3} | f | 1.7×10^{-3} |

問2 実験1～3に関する(1)と(2)に答えなさい。

実験1：質量パーセント濃度30.0%、密度 1.20 g/cm^3 の希硫酸 mLを水でうすめて、 0.100 mol/L の希硫酸500 mLをつくった(A液)。

実験2：塩化アンモニウムと水酸化カルシウムの混合物を加熱して発生させたアンモニアをA液50.0 mLにすべて吸収させた(アンモニア吸収液)。

実験3：実験2で得られたアンモニア吸収液に指示薬を加え、未反応の硫酸を 0.200 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で中和滴定すると、中和点までに40.0 mLを要した。

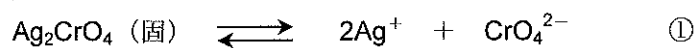
(1) はいくらか。最も近い数値をa～fから選びなさい。

- | | | | | | |
|---|------|---|------|---|------|
| a | 4.08 | b | 6.81 | c | 8.17 |
| d | 13.6 | e | 16.3 | f | 27.2 |

(2) 実験2で発生したアンモニアの体積は標準状態で何Lか。最も近い数値をa～fから選びなさい。

- | | | | | | |
|---|-----------------------|---|-----------------------|---|-----------------------|
| a | 2.24×10^{-2} | b | 3.36×10^{-2} | c | 4.48×10^{-2} |
| d | 6.72×10^{-2} | e | 8.96×10^{-2} | f | 1.34×10^{-1} |

問3 クロム酸銀 Ag_2CrO_4 の飽和水溶液中では、①式で示した溶解平衡が成り立つ。



クロム酸銀 Ag_2CrO_4 の飽和水溶液のモル濃度を c [mol/L] とするとき、クロム酸銀の溶解度積 K_{sp} を表す式として適切なものを、a～f から選びなさい。

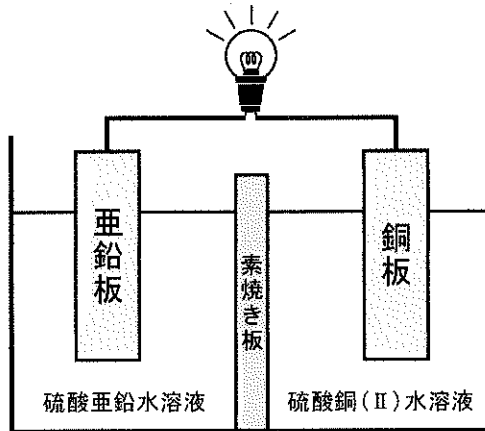
- | | | | | | |
|---|-------|---|--------|---|--------|
| a | c^2 | b | $2c^2$ | c | $4c^2$ |
| d | c^3 | e | $2c^3$ | f | $4c^3$ |

問4 次の化合物をそれぞれ溶かした水溶液を白金電極を用いて電気分解した。陽極と陰極の両極から気体が発生するものはいくつあるか。a～e から選びなさい。

- | | | | | |
|-----------------|-----------------|-------------------------|-----|-----|
| AgNO_3 | CuSO_4 | H_2SO_4 | KI | KOH |
| a 1 | b 2 | c 3 | d 4 | e 5 |

問5 電池に関する (1) と (2) に答えなさい。

- (1) 図の電池の放電により流れた電気量は 193 C であった。正極の質量変化に関する記述 a ~ f のうち、正しいものを選びなさい。ただし、ファラデー定数は $9.65 \times 10^4\text{ C/mol}$ とする。

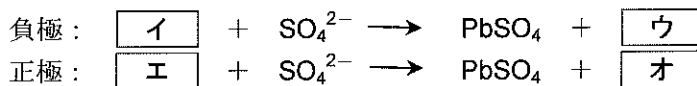


図

- | | | | |
|---|-------------------------------------|---|-------------------------------------|
| a | $6.35 \times 10^{-2}\text{ g}$ 減少した | b | $6.35 \times 10^{-2}\text{ g}$ 増加した |
| c | $1.31 \times 10^{-1}\text{ g}$ 減少した | d | $1.31 \times 10^{-1}\text{ g}$ 増加した |
| e | $2.54 \times 10^{-1}\text{ g}$ 減少した | f | $2.54 \times 10^{-1}\text{ g}$ 増加した |

- (2) 鉛蓄電池を放電させたとき、各電極で次のような反応が起きた。

~ にあてはまる組合せ a ~ d のうち、正しいものを選びなさい。



| | イ | ウ | エ | オ |
|---|--------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------|
| a | $\text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{e}^-$ | $2\text{H}_2\text{O}$ | Pb | 2e^- |
| b | Pb | 2e^- | $\text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{e}^-$ | $2\text{H}_2\text{O}$ |
| c | $\text{PbO} + 4\text{H}^+ + 2\text{e}^-$ | $\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2$ | Pb | 2e^- |
| d | Pb | 2e^- | $\text{PbO} + 4\text{H}^+ + 2\text{e}^-$ | $\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2$ |

3 問1～問3に記号で答えなさい。

問1 27℃、 2.5×10^5 Pa で12 Lの体積を占めるヘリウムは、-33℃、 8.0×10^4 Pa では何Lの体積を占めるか。最も近い数値をa～eから選びなさい。

- a 6.0 b 12 c 24
d 30 e 36

問2 実験1と実験2に関する文を読んで、(1)～(3)に答えなさい。ただし、80.0℃における飽和水蒸気圧は 4.73×10^4 Paであり、水に溶解する気体Xの体積は無視できるものとする。

実験1：図1のように、20.0℃の水の入った変形しない容器Aに、20.0℃の一定量の気体Xを入れて密閉すると、Xの分圧は 1.01×10^5 Paとなった。この後、容器全体を80.0℃に加熱したところ、容器A内の気体Xの分圧は Pa、水蒸気
の分圧は Paであった。

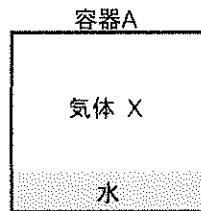


図1

実験2：図2のように、質量の無視できる変形しない容器Bを用いて、実験1の下線部と同じ量の20.0℃、 1.01×10^5 Paの気体Xを20.0℃の水上に捕集し、圧力を 1.01×10^5 Paに保ちながら、水および容器全体を80.0℃に加熱したところ、容器B内の気体Xの分圧は Pa、水蒸気
の分圧は Paであった。

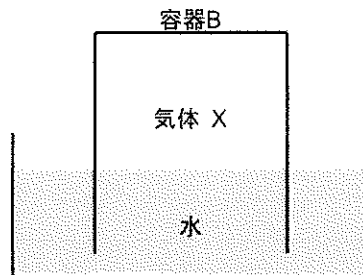


図2

- (1) **ア** と **イ** にあてはまる数値として、最も近いものを a～g からそれぞれ選びなさい。ただし、実験 1 において、水（液体）の体積は変化しなかったものとする。

a 3.93×10^4 b 4.73×10^4 c 5.37×10^4 d 5.70×10^4
e 1.01×10^5 f 1.22×10^5 g 1.70×10^5

- (2) **ウ** と **エ** にあてはまる数値として、最も近いものを a～g からそれぞれ選びなさい。

a 3.93×10^4 b 4.73×10^4 c 5.37×10^4 d 5.70×10^4
e 1.01×10^5 f 1.22×10^5 g 1.70×10^5

- (3) 実験 2 で 80.0°C に加熱された容器 B 内の水蒸気の物質量は、実験 1 で 80.0°C に加熱された容器 A 内の水蒸気の物質量の何倍か。最も近い数値を a～g から選びなさい。

a 0.22 b 0.44 c 1.0 d 1.5
e 2.3 f 4.6 g 9.2

問3 安息香酸をベンゼンなどの無極性溶媒に溶かすと、安息香酸分子どうしが水素結合で結びついて、一つの分子のようにふるまうようになる。この現象を会合といい、2分子が会合して生じたものを二量体という。一方、会合せず1分子で存在するものを単量体という。

安息香酸 0.121 g をベンゼン 20.0 g に溶解したところ、その溶液の凝固点降下度は 0.141 K であった。この溶液に関する (1) と (2) に答えなさい。ただし、ベンゼンのモル凝固点降下は $5.12 \text{ K}\cdot\text{kg}/\text{mol}$ とし、原子量は $\text{H}=1.0$ 、 $\text{C}=12$ 、 $\text{O}=16$ とする。また、ベンゼン溶液中での安息香酸の電離は無視できるものとする。

(1) 安息香酸の見かけの分子量として、最も近い数値を a ~ f から選びなさい。

- | | | | | | |
|---|-----|---|-----|---|-----|
| a | 146 | b | 163 | c | 183 |
| d | 203 | e | 220 | f | 244 |

(2) 安息香酸の会合の状態を正しく表している記述はどれか。a ~ f から選びなさい。

- a 単量体と二量体の物質量の比が、約 4 : 1 である。
- b 単量体と二量体の物質量の比が、約 2 : 1 である。
- c 単量体と二量体の物質量の比が、約 1 : 1 である。
- d 単量体と二量体の物質量の比が、約 1 : 2 である。
- e 単量体と二量体の物質量の比が、約 1 : 4 である。
- f すべて二量体として存在している。

(この頁は余白)

4 問1～問7に記号で答えなさい。

問1 分子式が $C_5H_{12}O$ のアルコールには、何種類の構造異性体があるか。a～f から選びなさい。

- | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| a | 3 | b | 4 | c | 5 |
| d | 6 | e | 7 | f | 8 |

問2 ある有機化合物 1 mol を完全燃焼させたところ、4.5 mol の酸素が消費されて、4 mol の二酸化炭素と 3 mol の水のみが生じた。この有機化合物の分子式として適切なものを a～f から選びなさい。

- | | | | | | |
|---|-------------|---|--------------|---|----------------|
| a | C_4H_6O | b | $C_4H_6O_2$ | c | C_4H_8O |
| d | $C_4H_8O_2$ | e | $C_4H_{10}O$ | f | $C_4H_{10}O_2$ |

問3 不飽和炭化水素および芳香族炭化水素に関する記述 a～f のうち、正しいものを二つ選びなさい。

- a プロペンを構成するすべての原子は、同一平面上にある。
- b 1-ブテンには、シス-トランス異性体（幾何異性体）が存在する。
- c アセチレンに触媒を用いてシアン化水素を付加すると、アクリロニトリルを生じる。
- d 分子式が C_nH_{2n-2} にあてはまる炭化水素は、すべてアルキンである。
- e ベンゼンは無色、無臭の液体で、水にほとんど溶けない。
- f ベンゼンを構成するすべての原子は、同一平面上にある。

問4 ジエチルエーテルに関する記述 a～f のうち、誤っているものを二つ選びなさい。

- a 無色で揮発性の液体である。
- b 引火性が強く、麻酔作用を示す。
- c 同じ分子式のアルコールに比べて、沸点が高い。
- d 水に溶けにくい。
- e エタノールに濃硫酸を加えて $130\sim 140^\circ\text{C}$ に加熱すると得られる。
- f ナトリウムの単体と反応して水素を発生する。

問5 次の記述 (1) ~ (3) にそれぞれあてはまる化合物を a ~ i からすべて選びなさい。

- (1) ヨードホルム反応を示す。
- (2) 銀鏡反応を示す。
- (3) 水に溶けて、その水溶液は酸性を示す。

| | | | | | |
|---|----------|---|----------|---|-------|
| a | アセトン | b | エタノール | c | 塩化ビニル |
| d | ギ酸 | e | 酢酸 | f | 酢酸メチル |
| g | 1-プロパノール | h | ホルムアルデヒド | i | メタノール |

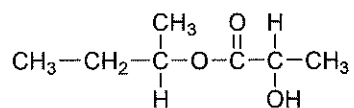
問6 次の記述 (1) ~ (3) にそれぞれあてはまる化合物を a ~ i からすべて選びなさい。

- (1) 希塩酸に溶けるが、水酸化ナトリウム水溶液には溶けない。
- (2) 水酸化ナトリウム水溶液に溶けるが、希塩酸には溶けない。また、その水溶液は塩化鉄(III)水溶液で青~赤紫色に呈色する。
- (3) 希塩酸にも水酸化ナトリウム水溶液にも溶けない。

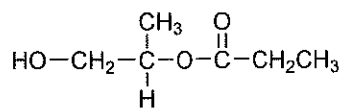
| | | | | | |
|---|----------------|---|-----------------|---|-----------|
| a | アセチルサリチル酸 | b | アニリン | c | 安息香酸 |
| d | <i>o</i> -キシレン | e | <i>p</i> -クレゾール | f | サリチル酸 |
| g | ニトロベンゼン | h | フタル酸 | i | ベンゼンスルホン酸 |

問7 化合物 A は不斉炭素原子をもつ化合物である。A のエステル結合を加水分解するとカルボン酸 B とアルコール C が得られた。B および C は不斉炭素原子をもたない。A の構造として最も適切なものを a ~ f から一つ選びなさい。

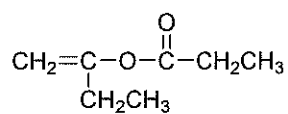
a



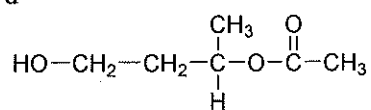
b



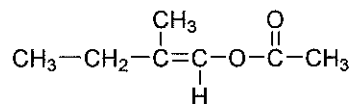
c



d



e



f

