

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、この問題冊子を開いてはならない。
2. 解答用紙への記入には、必ず**HB**の黒鉛筆を使用しなさい。
3. 解答用紙を折り曲げたり、破いたり、汚したりしてはならない。採点が不可能になる。
4. 合図があったら、解答用紙の左上部の空欄に**受験番号**を記入しなさい。
5. 試験中にページの脱落等に気づいた場合は、手をあげて監督者に知らせなさい。
解答用紙の汚れ等に気づいた場合も、同様に知らせなさい。
6. 解答は解答用紙の指定された場所に記入し、その他の部分には何も書いてはならない。裏面にも何も書いてはならない。
7. 解答にあたっては、マークすることを要求された欄を
マーク例に従ってぬりつぶしなさい。
たとえば、aにマークするときは、 $\overset{a}{\bullet} \overset{b}{\circ} \overset{c}{\circ}$ のように
マークする。
8. 一度記入したマークを消す場合には、消しゴムできれいに消さねばならない。
×をつけても消したことはない。
9. 計算や下書きは、問題冊子の余白を利用しなさい。
10. 計算機を使用してはならない。また、携帯電話やスマートフォンなどの通信機器は、必ず電源を切って鞆の中にしまいなさい。
11. 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、その時点で化学の受験を停止とし、英語および数学の試験も受験できない。
12. 試験終了後、この問題冊子は持ち帰りなさい。

マーク例

良	不良
<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input checked="" type="radio"/>

1 問1～問8に答えなさい。

問1 元素に関する記述a～eのうち、誤っているものを二つ選びなさい。

- a 周期表の1族と2族の元素は、典型元素である。
- b アルカリ土類金属元素は、2価の陽イオンになりやすい。
- c 17族の元素は、1価の陽イオンになりやすい。
- d 遷移元素の最外殻電子の数は、原子番号の数が増加すると1個ずつ増加する。
- e 非金属元素は、すべて典型元素である。

問2 物質a～eのうち、主要な構成元素としてケイ素を含むものをすべて選びなさい。

- a ポーキサイト b シリカゲル c ミヨウバン
- d ホタル石 e 石英

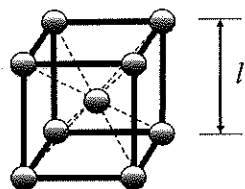
問3 分子a～eのうち、二重結合をもつものをすべて選びなさい。

- a 二酸化炭素 b 窒素 c 酢酸
- d エタノール e シアン化水素

問4 分子やイオンa～eのうち、非共有電子対をもたないものをすべて選びなさい。

- a NH_3 b NH_4^+ c CH_4
- d H_2O e H_3O^+

- 問5 図はある金属の結晶の単位格子を示している。この結晶に関する記述 a～eのうち、正しいものを二つ選びなさい。ただし、結晶中の金属原子は互いに接している球とし、単位格子の一辺の長さは l とする。



図

- a この単位格子中に含まれる原子の数は、4個である。
 b 配位数は8である。
 c 原子の半径は $\frac{\sqrt{3}}{4}l$ である。
 d この単位格子は、面心立方格子である。
 e この金属の結晶は、最密構造(最密充填構造)をとる。
- 問6 分子とイオンの組合せ a～eのうち、下線部の原子の酸化数が等しいものを二つ選びなさい。
- a H_2SO_4 と MnO_4^-
 b P_2O_5 と NO_3^-
 c HClO_3 と SO_3^{2-}
 d SiO_2 と HCO_3^-
 e H_2O_2 と NH_4^+
- 問7 イオン a～eのうち、それぞれを含む水溶液に、少量のアンモニア水を加えると白色沈殿を生じ、さらに過剰量のアンモニア水を加えると沈殿が溶けて無色の溶液になるものを一つ選びなさい。

- a Ca^{2+} b Pb^{2+} c Cu^{2+}
 d Zn^{2+} e Al^{3+}

問8 記述 a～e のうち、その操作により発生する水以外の気体の特徴を正しく表しているものを二つ選びなさい。

- a 炭化カルシウムに水を加えて発生する気体は、無色で可燃性である。
- b 酸化マンガン(IV)に濃塩酸を加えて加熱すると発生する気体は、無臭で空気より軽い。
- c 銅に濃硝酸を加えて発生する気体は、淡黄色で水に溶けにくい。
- d 硫化鉄(II)に希硫酸を加えて発生する気体は、無臭で空気より軽い。
- e ギ酸に濃硫酸を加えて加熱すると発生する気体は、無色で水に溶けにくい。

(この頁は余白)

2 問1～問4に答えなさい。ただし、水のイオン積 K_w は 1.0×10^{-14} (mol/L)², $\log_{10} 2.0 = 0.30$ とする。

問1 身のまわりの物質 a～fのうち、pHが最も大きいものを一つ選びなさい。

- | | | |
|--------|----------|-------|
| a 雨水 | b セッケン水 | c 胃液 |
| d しょうゆ | e レモンの果汁 | f 水道水 |

問2 pHが13.0の水酸化ナトリウム水溶液40 mLに水を加えて200 mLとした。この水溶液のpHはいくらか。最も近い数値をa～fから選びなさい。ただし、水酸化ナトリウム水溶液におけるNaOHの電離度は1.0とする。

- | | | |
|--------|--------|--------|
| a 11.3 | b 11.7 | c 12.3 |
| d 12.7 | e 13.3 | f 13.7 |

問3 (1)と(2)に答えなさい。ただし、アンモニア NH_3 の電離定数 K_b は 2.0×10^{-5} mol/L, 塩酸におけるHClの電離度は1.0とする。

(1) pHが11.0のアンモニア水100 mLに含まれる NH_3 の物質量[mol]はいくらか。最も近い数値をa～fから選びなさい。

- | | | |
|----------------------|----------------------|----------------------|
| a 5×10^{-3} | b 1×10^{-2} | c 2×10^{-2} |
| d 5×10^{-2} | e 1×10^{-1} | f 2×10^{-1} |

(2) pHが11.0のアンモニア水100 mLに、pHが1.0の塩酸40 mLを加えてよく混ぜ、さらに水を加えて全量を200 mLとした。この水溶液のpHはいくらか。最も近い数値をa～fから選びなさい。

- | | | |
|-------|-------|-------|
| a 8.0 | b 8.3 | c 8.7 |
| d 9.0 | e 9.3 | f 9.7 |

問4 (1)～(3)に答えなさい。ただし、硫酸銅(Ⅱ) CuSO_4 の式量は160、硫酸銅(Ⅱ)五水和物 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ の式量は250とする。

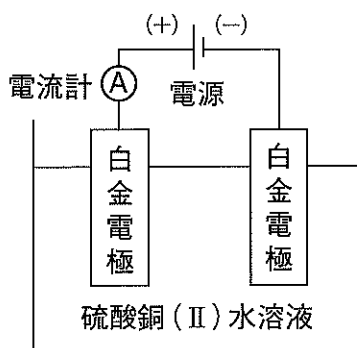
(1) 目的とする濃度の硫酸銅(Ⅱ)水溶液を調製する方法a～dのうち、正しいものを一つ選びなさい。ただし、水の密度は 1.0 g/cm^3 とする。

- a 質量パーセント濃度2.5%の水溶液をつくるために、2.5 gの硫酸銅(Ⅱ)五水和物を97.5 gの水に溶かした。
- b 質量パーセント濃度2.0%の水溶液をつくるために、質量パーセント濃度5.0%の硫酸銅(Ⅱ)水溶液8.0 gを20 mLの水に加えた。
- c モル濃度 0.20 mol/L の水溶液をつくるために、16 gの硫酸銅(Ⅱ)五水和物を水に溶かして500 mLとした。
- d モル濃度 $5.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ の水溶液をつくるために、 $2.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ の硫酸銅(Ⅱ)水溶液25 mLに水を加えて100 mLとした。

(2) 100 gの硫酸銅(Ⅱ)五水和物を 60°C の水200 gに溶かした。この水溶液を 20°C に冷却したときに析出する硫酸銅(Ⅱ)五水和物の質量[g]はいくらか。最も近い数値をa～fから選びなさい。ただし、硫酸銅(Ⅱ)の溶解度[g/100 g水]は 60°C で40、 20°C で20とする。

- | | | |
|------|------|------|
| a 30 | b 35 | c 40 |
| d 45 | e 50 | f 55 |

- (3) 硫酸銅(Ⅱ)水溶液を入れた電解槽に2枚の白金電極を浸し、図のようにそれぞれを電源につないで、0.400 Aの一定電流を流して電気分解を行った。この電気分解に関する記述a～fのうち、正しいものを二つ選びなさい。ただし、ファラデー定数 F は 9.65×10^4 C/molとし、電気エネルギーはすべて電気分解に使われたものとする。



図

- a 陽極では還元反応が進行し、水素が発生した。
- b 電解槽中の陽極付近のpHの値は増加した。
- c 陰極では酸化反応が進行し、酸素が発生した。
- d 965秒間電気分解したとき、流れた電気量は386Cである。
- e 流れた電気量が386Cのとき、白金電極で発生した酸素の物質量は 1.00×10^{-3} molである。
- f 陽極と陰極を銅電極にして電気分解を行った場合、陰極では $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^-$ の反応が進行する。

(この頁は余白)

- 3 問1と問2に答えなさい。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とし、気体は理想気体としてふるまうものとする。

問1 図1は、圧力を P_1 (Pa)または P_2 (Pa)に保った条件において、ある気体1 molの体積[L]と温度[K]の関係について表したものである。(1)～(3)に答えなさい。ただし、図1では $0 < T_1 < T_2$, $0 < V_1 < V_2$ である。

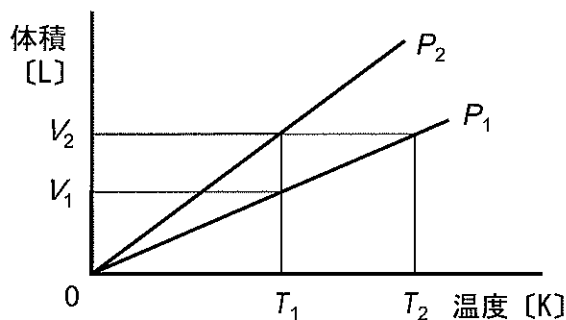


図1

- (1) P_1 と P_2 の大小について、正しく表している記述はどれか。a～cから選びなさい。

- a P_1 は P_2 より大きい。
- b P_1 は P_2 より小さい。
- c 一方が他方より大きいか小さいかは決められない。

- (2) 気体定数 R [Pa・L/(K・mol)]を表す式として正しいものをa～eから二つ選びなさい。

- a $\frac{P_1 V_1}{T_1}$
- b $\frac{P_1 V_2}{T_1}$
- c $\frac{P_2 V_1}{T_1}$
- d $\frac{P_2 V_2}{T_2}$
- e $\frac{P_1 V_2}{T_2}$

(3) $P_1 = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ のとき, $V_1 = 22.4 \text{ L}$ であった。(i) と (ii) に答えなさい。

(i) T_1 は何 K か。最も近い数値を a ~ e から選びなさい。

a 91 b 109 c 137 d 273 e 341

(ii) $V_2 = 2V_1$ のとき, P_2 は何 Pa か。最も近い数値を a ~ e から選びなさい。

a 2.53×10^4 b 5.07×10^4 c 1.01×10^5
d 2.03×10^5 e 2.53×10^5

問2 次の文を読んで, (1) ~ (4) に答えなさい。ただし, 酸素 O_2 は標準状態で水 1.00 L に 49.0 mL 溶けるものとし, 水の飽和蒸気圧は無視できるものとする。また, 水の体積は, 圧力の変化や気体の溶解の影響を受けず, 常に一定であるものとする。

図2のような容積を変えられる容器に水 1.00 L と酸素 O_2 を入れ, 容器内を標準状態に保ってしばらく放置したところ, 水に溶けていない気体の酸素 O_2 の占める体積は 3.00 L になった。

次に, 容器内の温度を 0°C , 圧力を $3.039 \times 10^5 \text{ Pa}$ に保ってしばらく放置した。

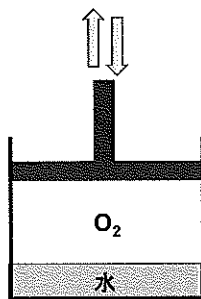


図2

(1) 下線部の状態で水 1.00 L に溶けている酸素 O_2 は、標準状態では何 mL の体積を占めるか。最も近い数値を a ~ f から選びなさい。

- | | | |
|--------|--------|--------|
| a 32.8 | b 49.0 | c 73.5 |
| d 98.0 | e 122 | f 147 |

(2) 下線部の状態で水 1.00 L に溶けている酸素 O_2 は、温度 0°C 、圧力 $3.039 \times 10^5 \text{ Pa}$ では何 mL の体積を占めるか。最も近い数値を a ~ f から選びなさい。

- | | | |
|--------|--------|--------|
| a 32.8 | b 49.0 | c 73.5 |
| d 98.0 | e 122 | f 147 |

(3) 下線部の状態の容器内の水に溶けていない気体の酸素 O_2 は、標準状態では何 L の体積を占めるか。最も近い数値を a ~ f から選びなさい。

- | | | |
|--------|--------|--------|
| a 2.75 | b 2.80 | c 2.85 |
| d 2.90 | e 2.95 | f 3.00 |

(4) 下線部の状態の容器内の水に溶けていない気体の酸素 O_2 は、温度 0°C 、圧力 $3.039 \times 10^5 \text{ Pa}$ では何 L の体積を占めるか。最も近い数値を a ~ f から選びなさい。

- | | | |
|---------|---------|---------|
| a 0.934 | b 0.951 | c 0.967 |
| d 0.984 | e 1.00 | f 1.02 |

(この頁は余白)

4 問1～問8に答えなさい。

問1 分子式 $C_5H_{12}O$ の化合物に関する(1)と(2)に答えなさい。ただし、立体異性体については考えないものとする。

(1) 不斉炭素原子をもつものは何種類あるか。a～eから選びなさい。

a 1 b 2 c 3 d 4 e 5

(2) ヨードホルム反応を示すものは何種類あるか。a～eから選びなさい。

a 1 b 2 c 3 d 4 e 5

問2 化合物 a～f のうち、すべての炭素原子が同一平面上にあるものをすべて選びなさい。

a シクロヘキサン	b 2-メチルブタン
c 2-メチル-1-プロパノール	d シス-2-ブテン
e クメン	f <i>o</i> -キシレン

問3 アルカンに塩素 Cl_2 を混合して光を当てると、水素原子が塩素原子に置き換わる。この反応をアルカン A～C に行ったとき、モノクロロ置換体（水素原子1個を塩素原子で置換した化合物）はそれぞれ何種類得られるか。その数の組合せを a～h から選びなさい。ただし、立体異性体については考えないものとする。

A ヘキサン

B 2-メチルペンタン

C 2,3-ジメチルブタン

	A	B	C
a	3	4	2
b	3	5	2
c	3	4	3
d	3	5	3
e	4	4	2
f	4	5	2
g	4	4	3
h	4	5	3

問4 互いに鏡像異性体の関係にある二種類の化合物の性質として、必ず一致するものを a～f からすべて選びなさい。

a 融点

b 沸点

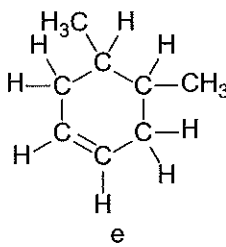
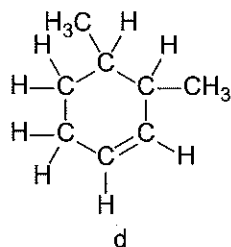
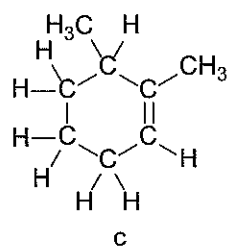
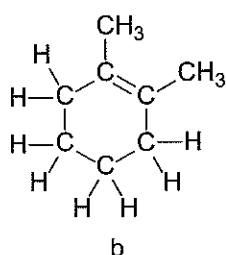
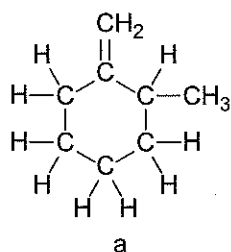
c 密度

d 味

e におい

f 毒性

問5 化合物 A ~ E はいずれも分子式 C_8H_{14} の炭化水素で、それぞれを触媒の存在下で水素 H_2 と反応させると、いずれも 1,2-ジメチルシクロヘキサンを与える。A は不斉炭素原子をもたず、B と C は不斉炭素原子を一つもち、D と E は不斉炭素原子を二つもつ。B に臭素 Br_2 を付加させると不斉炭素原子を二つもつ化合物が生成し、C に臭素 Br_2 を付加させると不斉炭素原子を三つもつ化合物が生成する。D に触媒の存在下で水 H_2O を付加させると一種類のアルコールが生成し、E に触媒の存在下で水 H_2O を付加させると二種類のアルコールが生成する。A ~ E の構造として適切なものを a ~ e から一つずつ選びなさい。ただし、立体異性体については考えないものとする。



問6 アニリン、*p*-クレゾール、サリチル酸、ニトロベンゼンが溶解したジエチルエーテル溶液から、図1のような操作によって、各化合物を分離した。(1)と(2)に答えなさい。

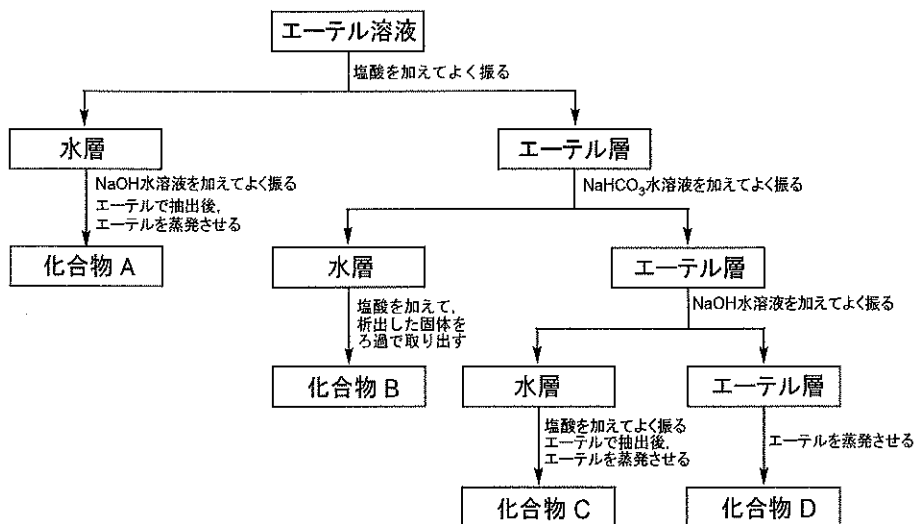
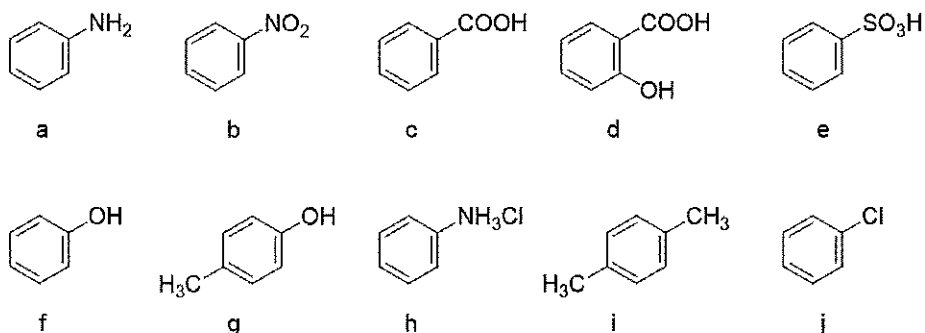


図1

(1) 化合物 A ~ D の構造として適切なものを a ~ j から一つずつ選びなさい。



(2) 記述 a～eのうち，化合物 B と C のいずれにもあてはまるものを一つ選びなさい。

- a ヨードホルム反応を示す。
- b 銀鏡反応を示す。
- c フェーリング液を還元する。
- d 塩化鉄(Ⅲ)水溶液により呈色する。
- e さらし粉水溶液により呈色する。

問7 分子量が 4.860×10^5 のデンプンがある。このデンプンは図2のように，多数のグルコースが1位と4位の $-OH$ で脱水縮合してできる直鎖状の構造と，1位と6位の $-OH$ で脱水縮合してできる枝分かれの構造をあわせもっている。このデンプン 4.860 g を用いて化学反応により，その $-OH$ 基をすべて $-OCH_3$ 基に変換した後，希硫酸で完全に加水分解したところ，3個の $-OCH_3$ 基をもつ化合物 A が 6.216 g，2個の $-OCH_3$ 基をもつ化合物 B が 0.208 g，4個の $-OCH_3$ 基をもつ化合物 C が 0.236 g 得られた。なお，この加水分解ではエーテル結合の $-OCH_3$ 基は反応しなかった。このデンプン1分子あたり平均何個の枝分かれがあるか。最も近い数値を a～e から選びなさい。ただし，水の分子量は 18，グルコースの分子量は 180，化合物 A の分子量は 222，化合物 B の分子量は 208，化合物 C の分子量は 236 とする。

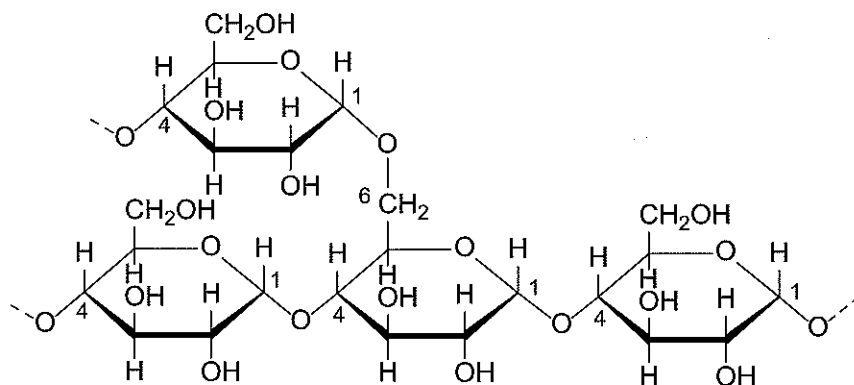


図2

- | | | |
|-------|--------|-------|
| a 10 | b 50 | c 100 |
| d 200 | e 1000 | |

問8 高分子化合物に関する記述 a～eのうち、誤っているものを一つ選びなさい。

- a ナイロン6は、 ϵ -カプロラクタムに少量の水を加えて加熱すると、開環重合が起こり得られる。
- b ポリエチレンは、エチレングリコールの縮合重合により得られる。
- c アクリル繊維は、アクリロニトリルの付加重合により得られる。
- d 尿素樹脂は、尿素とホルムアルデヒドの付加縮合により得られる。
- e 天然ゴムは、イソプレンが付加重合したポリイソプレンの構造をもつ。