

国際環境工学部 化学

【注 意】

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
2. 時間は9時30分から11時00分までの90分、配点は300点です。
3. この問題冊子は、表紙以外に8ページあり、解答用紙は4枚あります。
4. 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知らせてください。
5. 解答用紙には、解答箇所以外に受験番号記入欄(各解答用紙2箇所)、氏名記入欄(各解答用紙1箇所)があるので、受験番号と氏名を正しく記入してください。正しく記入されていない場合には採点できないことがありますので、十分注意してください。
6. 解答はすべて指定した解答用紙に記入してください。
7. 解答用紙を持ち出してはいけません。持ち出した場合、試験をすべて無効とします。
8. 試験終了後、問題冊子は持ち帰ってください。

必要があれば、次の原子量、数値を使うこと。

H : 1.0, C : 12.0, O : 16.0, Na : 23.0, Cl : 35.5, Ca : 40.1

気体定数 : $8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K})$

第1問 (化学, 配点 100 点)

次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

分子間に働く、互いに引き合う弱い力を総称して といい、①ファンデルワールス力や ② 水素結合などがある。 により分子が規則正しく配列してできた結晶を といい、 は、融点が ③ { 高い ・ 低い } ものが多い。氷の結晶中では、水分子 1 個あたり 個の水分子と水素結合で引き合い、すき間の多い ④ { 三角形 ・ 正四面体 ・ 正八面体 } 構造になっている。このため、氷は水よりも密度が ⑤ { 大きく ・ 小さく } なり、氷は水に浮く。これは水に特異的な性質である。氷を温めて させると、水素結合の一部が切れて立体構造が崩れ、すき間にほかの水分子が入り込む。このため、体積が ⑥ { 増加 ・ 減少 } して、密度は ⑦ { 増加 ・ 減少 } する。

図 1.1 に水 H_2O の状態図を示す。領域 (I) では ⑧ { 固体 ・ 液体 ・ 気体 }, 領域 (II) では ⑨ { 固体 ・ 液体 ・ 気体 }, 領域 (III) では ⑩ { 固体 ・ 液体 ・ 気体 } になる。領域 (I) と領域 (II) の境界線 BO を 曲線, 領域 (II) と領域 (III) の境界線 CO を蒸気圧曲線, 領域 (I) と領域 (III) の境界線 AO を 圧曲線という。また、点 O を 点, 点 C を 点といい、温度、圧力ともに 点を超えた状態にある物質を 流体という。

純粋な液体 (純溶媒) に不揮発性物質を溶かした溶液の蒸気圧は、同温の純溶媒の蒸気圧に比べて低くなる。この現象を という。また、不揮発性物質を溶かした溶液の蒸気圧が $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ と等しくなる温度は、純溶媒の場合よりも高くなる。この現象を という。一方、不揮発性物質を溶かした溶液の溶媒が凝固し始める温度は、純溶媒の場合よりも低くなる。この現象を という。

問1 文章中の空欄 ア ～ サ に適する語句または数値を答えよ。

問2 文章中の ① ～ ④ の { } 内から適するものを選び、答えよ。

問3 下線部 ① に関して、直鎖状アルカンであるメタン、エタン、プロパン、ブタンを沸点の高い順番に並べよ。ただし、不等号の記号を使用して、大小関係を示すこと。

問4 下記の物質のうち、下線部 ② が分子間に形成されているものをすべて選び、答えよ。

アンモニア メタン エタノール 酢酸 硫化水素

問5 以下の (1) および (2) の現象が起こる過程を、図 1.1 中の $a \sim e$ の記号で答えよ。

(1) 食品を大気圧下、約 -30°C で完全に凍結させた後、真空状態にすることで食品が水分を含まない乾燥した状態になる。

(2) 氷水が入ったコップの外側の表面に水滴がつく。

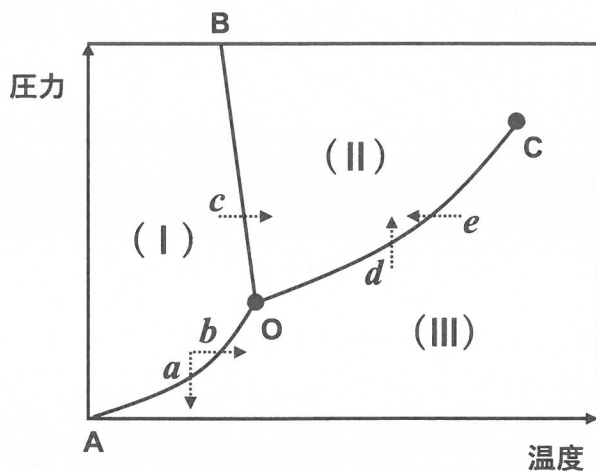


図 1.1

問6 図 1.2 に純水の蒸気圧曲線および不揮発性物質として塩化ナトリウム, 塩化カルシウム, またはグルコースを純水に溶かした水溶液の蒸気圧曲線を示す。以下の (1) および (2) について答えよ。ただし, 不揮発性物質は純水に完全に溶解し, 塩化ナトリウムと塩化カルシウムは完全に電離しているものとする。

- (1) 不揮発性物質を溶かした水溶液の質量モル濃度は, いずれの水溶液も 0.10 mol/kg であった。曲線 (あ) ~ (う) は, それぞれどの不揮発性物質を溶かした水溶液の蒸気圧曲線であるか答えよ。
- (2) 温度 T_1 と温度 T_2 の差が 0.052 K であった。このときの温度 $T_3 [^\circ\text{C}]$ を求めよ。ただし, 解答に至る過程も示し, 解答は小数第 2 位まで答えよ。

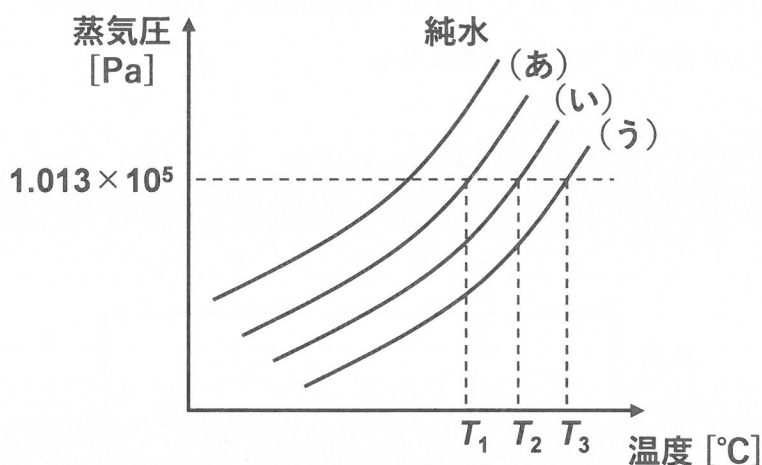


図 1.2

(メモ用余白)

第2問 (化学, 配点 60 点)

酢酸および酢酸ナトリウムに関する以下の問いに答えよ。ただし、解答に至る過程も示し、解答は有効数字2桁で答えよ。

問1 質量パーセント濃度が5.0%の酢酸ナトリウム水溶液の密度は 1.1 g/cm^3 である。この水溶液のモル濃度 $[\text{mol/L}]$ を求めよ。

問2 酢酸は水溶液中で一部が電離し、次のような電離平衡が成立する。



酢酸の電離定数 K_a を、酢酸のモル濃度 $[\text{CH}_3\text{COOH}]$ 、酢酸イオンのモル濃度 $[\text{CH}_3\text{COO}^-]$ 、水素イオンのモル濃度 $[\text{H}^+]$ を用いて示せ。

問3 酢酸の初濃度が 0.096 mol/L であったとき、電離定数 $[\text{mol/L}]$ および電離平衡後の酢酸イオンのモル濃度 $[\text{mol/L}]$ を求めよ。ただし、酢酸の電離度は 0.040 とする。

問4 酢酸の初濃度が 0.065 mol/L 、電離定数が $2.6 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ であるときの電離度を求めよ。ただし、このときの電離度は1に比べて十分に小さいとみなせる。

第3問 (化学, 配点 140 点)

問1 炭素, 水素, 酸素のみからなり, 分子量が 108 である芳香族化合物 X 13.5 mg を完全燃焼させたところ, 38.5 mg の二酸化炭素と 9.0 mg の水が得られた。以下の (1) ~ (5) について答えよ。

- (1) 芳香族化合物 X 13.5 mg に含まれる炭素原子, 水素原子, 酸素原子の質量 [mg] をそれぞれ求めよ。ただし, 解答に至る過程も示し, 解答は小数第 1 位まで答えよ。
- (2) 芳香族化合物 X の分子式を示せ。ただし, 解答に至る過程も示すこと。
- (3) 芳香族化合物 X として考えられるもののうち, 沸点が最も低いと考えられるものの構造式を, その理由とともに示せ。
- (4) 芳香族化合物 X として考えられるものの一つから, 二段階の反応により, 湿布薬に用いられる消炎鎮痛作用のある物質が合成できる。この二段階の反応では, 芳香族化合物がどのような変化を示すか, 構造式を用いて答えよ。
- (5) 芳香族化合物 X に塩化鉄 (III) 水溶液を加えても呈色しない場合, 芳香族化合物 X として複数の構造が考えられる。構造を一つに決定するためには, これまでの実験に加えてさらにどのような実験を行えばよいか答えよ。その実験で得られる結果からどのように構造を決定するかを含め, できるだけ具体的に記すこと。

問2 図3.1は、ベンゼンからさまざまな芳香族化合物への合成経路を簡略に示したものである。図中の A ～ K は主生成物として得られる芳香族化合物を、① および ② は反応に用いられる物質を、a および b はどのような反応が起こるかをあらわす語句をそれぞれ示している。以下の (1) ～ (6) について答えよ。

- (1) 化合物 A, 化合物 B, 化合物 D, 化合物 I のそれぞれの構造式を記せ。
- (2) 図中の ① として最も適する物質名を答えよ。
- (3) 図中の a として最も適する語句を答えよ。
- (4) 化合物 H は、化合物 G と物質②を用いて、b と呼ばれる反応により得られる。また、化合物 H は解熱鎮痛剤として用いられる物質である。図中の ② として最も適する物質名、および b として最も適する語句をそれぞれ答えよ。また、化合物 H の構造式を記せ。
- (5) 化合物 B から化合物 C を得る反応、化合物 I から化合物 J を得る反応、化合物 J から化合物 K を得る反応、それぞれの化学反応式を記せ。ただし、式中の芳香族化合物はその構造がわかるように記すこと。
- (6) 化合物 G と化合物 J が共に溶けているエーテル溶液から化合物 G と化合物 J を分離するには、エーテル溶液にどのような操作を行うことで、化合物 G と化合物 J をそれぞれ取り出せるか具体的に答えよ。

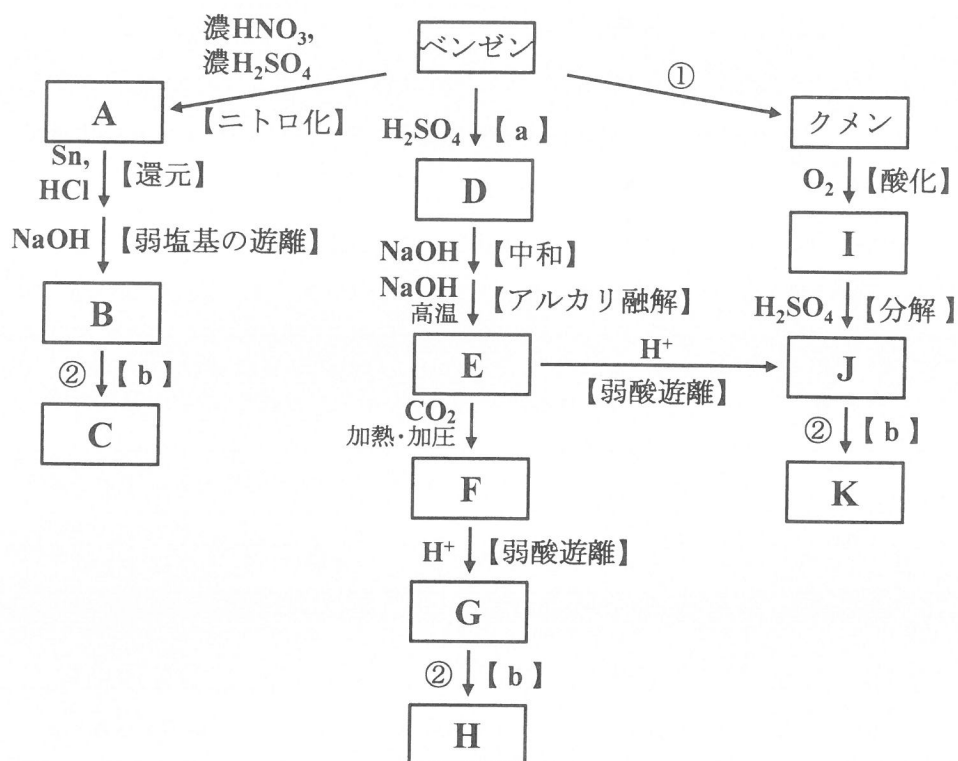


図 3.1

2025（令和 7）年度 個別学力検査（一般選抜・後期日程）

国際環境工学部 ※該当学科に○をつけてください。

（環境化学工学科 ・ 機械システム工学科
情報システム工学科 ・ 建築デザイン学科 ・ 生命工学科）

問 題 訂 正

科目名：【化学】

訂正内容

第 1 問 問 5 (1) 2 ページ 上から 8 行目

(誤) (1) 食品を大気圧下，約 -30°C で完全に凍結させた後，
真空状態にすることで食品が水分を含まない乾燥
した状態になる。

↓

(正) (1) 大気圧下，約 -30°C で完全に凍結させた食品を，
真空状態にすることで食品は水分を含まない乾燥
した状態になる。