

化 学

必要であれば、原子量、気体定数 R として次の値を使え。

$H: 1.0, \quad O: 16, \quad Al: 27$

$R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$

I

(配点 50)

[1] と [2] の文を読み、(1) ~ (8) の問いに答えよ。数値での解答は、有効数字 2 桁で示せ。

[1] 液体を一定温度に保った密閉容器に入れて放置すると、やがて、単位時間あたりに蒸発する分子の数と する分子の数が等しくなり、見かけ上、蒸発が止まって見える状態になる。気体と液体の変化におけるこのような状態を、とくに という。このとき蒸気が示す圧力を、その液体の飽和蒸気圧（または単に蒸気圧）といい、液体の飽和蒸気圧と温度との関係を示したグラフを という。 1 は、ジエチルエーテル、エタノールおよび水の である。

液体を開放容器に入れて加熱すると、液体の表面から分子が外部に飛び出す。この現象を蒸発といい、さらに温度を高くすると、液体の内部からも盛んに蒸発が起こるようになる。この現象を沸騰といい、このときの温度を という。

- (1) ~ にあてはまる適切な語句を記せ。
- (2) 1 より、大気圧が $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ の場合、エタノールは何℃で沸騰するか。
- (3) 大気圧が $8.0 \times 10^4 \text{ Pa}$ の山頂では、水は何℃で沸騰するか。
- (4) 水が 60℃で沸騰するのは、大気圧が何 Pa のときか。
- (5) 水はジエチルエーテルよりも分子量が小さいが、蒸発しにくい。この理由を、水分子にはたらく分子間力の種類を示して 20 字以内で記せ。

[2] ピストンのついた密閉容器にジエチルエーテルを入れ、一定温度に保ちながらピストンを動かす、内部を圧縮または膨張させる。液体と気体のジエチルエーテルが共存しているとき、内部の圧力はジエチルエーテルの飽和蒸気圧に等しい。また、内部の圧力がジエチルエーテルの飽和蒸気圧以下のとき、ジエチルエーテルはすべて気体として存在する。密閉容器内の気体は理想気体としてふるまうものとする。

- (6) 密閉容器の内容積を 0.83 L に固定し、ジエチルエーテルを 0.010 mol 入れた。容器内の温度は 27℃ に保った。このとき密閉容器内の圧力は何 Pa になるか。
- (7) 密閉容器内のジエチルエーテル 0.010 mol がすべて気体となっている状態で、容器内の温度を 27℃ に保ちながら、ピストンをゆっくりと押し込んでいった。液体のジエチルエーテルが生じはじめるときの容器の内容積は何 L か。ただし、27℃ におけるジエチルエーテルの飽和蒸気圧は 8.0×10^4 Pa とする。
- (8) 別の内容積 0.83 L の密閉容器に、窒素ガス 0.010 mol とジエチルエーテル 0.020 mol を入れ、容器内の温度を 27℃ に保った。
- 1) 密閉容器内に液体のジエチルエーテルは存在するか、存在しないか。
 - 2) このときの密閉容器内の圧力は何 Pa か。

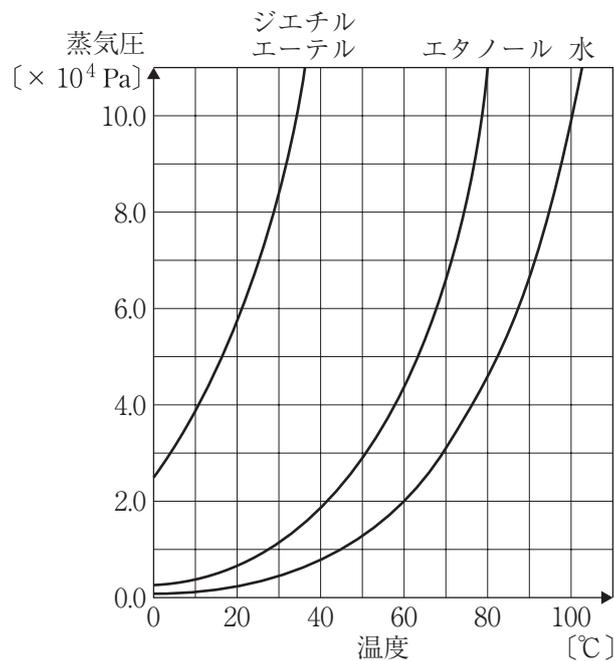


図 1

II (配点 50)

次の文を読み、(1)～(9)の問いに答えよ。数値での解答は、**整数値**で示せ。

アルミニウムは、周期表の **ア** 族、第 **イ** 周期に属し、地殻中に最も多く含まれる金属元素である。

アルミニウム原子は、価電子を **ウ** 個もち、**エ** 価の **オ** イオンになりやすい。

i) 単体のアルミニウムは、 鉱石の **カ** (主成分 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) から純粋な酸化アルミニウムをつくり、さらにこれを **キ** して製造される。ii) アルミニウムの結晶格子は面心立方格子であり、 iii) 単体のアルミニウムは、塩酸に水素を発生して溶ける。また、アルミニウムイオンを含む水溶液に少量の水酸化ナトリウムを加えると、 iv) 白色沈殿を生じるが、水酸化ナトリウムを過剰に加えると、この沈殿は溶けて、 v) 無色の溶液になる。 vi) アルミニウムの粉末を空气中で熱すると、白い光を放って激しく燃え、酸化アルミニウムが生成する。

アルミニウムは、熱や電気をよく伝え、加工しやすいので、アルミニウム箔・鍋などの家庭用品や建築材料のほか、**ク** のような合金の材料として多量に使用されている。また、宝石として用いられる **ケ** の主成分は、酸化アルミニウムである。

(1) **ア** ～ **エ** にあてはまる数字を記せ。

(2) **オ** ～ **ケ** にあてはまる適切な語句を**解答群 1**から選び、番号を記せ。

解答群 1

- | | | |
|----------|----------|----------|
| ① 両性 | ② 陽 | ③ 陰 |
| ④ 錯 | ⑤ ミョウバン | ⑥ ホタル石 |
| ⑦ ボーキサイト | ⑧ 無鉛はんだ | ⑨ ジュラルミン |
| ⑩ ブリキ | ⑪ ステンレス鋼 | ⑫ 熔融塩電解 |
| ⑬ 蒸留 | ⑭ 融解 | ⑮ 再結晶 |
| ⑯ 水晶 | ⑰ ルビー | ⑱ ダイヤモンド |

(3) 下線部 i) の製造に関して、鉱石の組成を $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ とすると、500 kg の鉱石から計算上何 kg のアルミニウム単体が得られるか。

(4) 下線部 ii) に関して、1) 1 個の原子に隣接している原子の数 (配位数) はいくつか。また、2) 1 つの単位格子の中に何個分の原子があるか。

(5) 下線部 iii) で起こる反応の化学反応式を記せ。

(6) 3) 下線部 iv) の白色沈殿を形成している化合物の化学式、および 4) 下線部 v) の無色の溶液に溶けている錯イオンのイオン式を記せ。

(7) 単体のアルミニウムは、濃硝酸には溶けない。その理由を 20 字以内で記せ。

(8) 下線部 vi) を化学反応式で記せ。

(9) 下線部vi) の反応において, 108 g のアルミニウムから生成する酸化アルミニウムは, 計算上何 g か。

III

(配点 50)

次の文を読み、(1)～(9)の問いに答えよ。

それぞれ異なる有機化合物の名称が1つだけ書かれたカードが20枚ある。カードに書かれている有機化合物は、下の(a)～(d)の条件をすべて満たしている。

- (a) 炭素、水素、酸素のすべての元素を含むが、それ以外の元素は含まない。
- (b) 炭素数は1～3のいずれかであり、環式化合物ではない。
- (c) 炭素原子どうしの結合がある場合、それらはすべて単結合である。
- (d) アルコール、エステル、アルデヒド、ケトン、エーテル、カルボン酸に分類される。

太郎君は、この20枚のカードを使って有機化合物の学習をした。まず、カードの中から9枚を選び、**図2**のように配置した。そして、各行と列の化合物群の共通点を考えた。

	ア	イ	ウ
あ	2-プロパノール	エタノール	A
い	酢酸	B	酢酸メチル
う	ギ酸	アセトアルデヒド	プロピオン酸

図2

(1) う 行 の化合物に共通する特徴を**解答群 2**から選び、番号を記せ。

解答群 2

- | | |
|---------------|-----------------------|
| ① 炭素数が2である | ② 炭素数が3である |
| ③ アルデヒド基をもつ | ④ アセチル基をもつ |
| ⑤ エステル基をもつ | ⑥ >C=O 結合をもつ |
| ⑦ ヨードホルム反応を示す | ⑧ 銀鏡反応を示す |

(2) 化合物 **A** は、油脂をけん化することにより得られる。**A** の名称を記せ。

(3) ウ 列 の化合物に共通する特徴を**解答群 2**から選び、番号を記せ。

(4) あ 行 の化合物に共通する官能基の名称を記せ。

(5) 化合物 **B** は、工業的にクメン法によってつくることができる。**B** の 1) 名称 と 2) 構造式 を記せ。

(6) 3) イ 列 および 4) い 行 の化合物に共通する特徴をそれぞれ**解答群 2**から**すべて**選び、番号を記せ。

(7) 残りの 11 枚のカードの中に、エーテルの名称が書かれたカードが 2 枚ある。これらを予想して化合物の名称を記せ。ただし、どちらの化合物も酸素原子は 1 つしか含まない。

図 2 のカードを元に戻した後、太郎君は任意に 2 枚のカードを取り出し、その化合物どうしが化学反応を起こすかどうか考えた。

(8) 太郎君の取り出したカードは、エタノールとプロピオン酸であった。これらの化合物を少量の濃硫酸とともに加熱したときに生成する有機化合物の名称を記せ。

(9) (8) のカードを元に戻した後、太郎君は再び 2 枚のカードを取り出した。取り出した 2 枚のカードの化合物を少量の濃硫酸とともに加熱すると、分子式 $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$ のエステルが合成できる。太郎君が取り出した 2 枚のカードの組み合わせとして考えられるものを、例 1 にならって**すべて**記せ。

例 1 ベンゼンとフェノール