

化 学

(1) 次の文章を読んで、続く問いに答えよ。

身の回りにある多くの物質は、2種類以上の物質が混じり合った(①)である。一方、1種類の物質からなるものを純物質という。純物質には、1種類の元素だけからなる(②)と、2種類以上の元素からなる(③)がある。

物質の性質の違いを利用して、(①)から特定の物質を取り出す操作を分離というが、その方法はさまざまである。例えば、液体と固体の混合物をろ紙に流し込み、液体と固体を分離する操作のことを(④)といい、液体と他の物質が混じったものを加熱して、液体だけを蒸発させて気体とし、それを冷却して純粋な液体として取り出す操作のことを(⑤)という。また、一定量の溶媒に溶解する物質量が温度によって異なることを利用して、固体物質に含まれる少量の不純物を取り除いて、目的の物質を結晶として分離する操作を(⑥)という。さらに、溶媒への溶けやすさが物質によって異なる性質を利用して、(①)に特定の溶媒を加えて、目的の物質だけを溶かし出して分離する操作を(⑦)という。

1) 文章中の(①)～(③)に適する語句を、それぞれ答えよ。

2) 以下の(ア)～(コ)の物質をすべて、文章中の(①)～(③)に分類し、それぞれ、記号で答えよ。

- | | | | |
|-----------|-----------|-------------|---------|
| (ア) 牛乳 | (イ) エタノール | (ウ) しょう油 | (エ) オゾン |
| (オ) 白金 | (カ) 黄銅 | (キ) 塩化ナトリウム | (ク) 石油 |
| (ケ) グルコース | (コ) フラーレン | | |

3) 文章中の(④)～(⑦)に適する語句を、それぞれ答えよ。

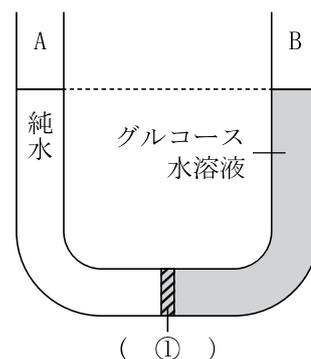
4) 文章中の(④)～(⑦)の分離方法を用いることが最も適切な操作を、以下の

(ア)～(オ)のうちから、それぞれ1つ選び、記号で答えよ。

- (ア) 白濁した石灰水から無色透明な石灰水をつくる。
 (イ) 塩化ナトリウム水溶液から純粋な水を得る。
 (ウ) 黒インクの中に含まれる各色素を分離する。
 (エ) 植物の葉からアセトンを用いてクロロフィル(葉緑素)を分離する。
 (オ) 少量の塩化ナトリウムを含む硝酸カリウムから純粋な硝酸カリウムを取り出す。

- (2) 次の文章を読んで、続く問いに答えよ。ただし、水溶液や純水の蒸発、および水溶液や純水への気体の溶解は無視できるものとする。また、溶液の浸透圧はファントホッフの法則に従い、気体定数は $R=8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$ 、 $0^\circ\text{C}=273 \text{ K}$ とし、気体はすべて理想気体とする。なお、計算結果は有効数字2桁で示せ。また、必要があれば、原子量は $\text{H}=1.0$ 、 $\text{C}=12$ 、 $\text{O}=16$ 、 $\text{Na}=23$ 、 $\text{Cl}=36$ 、 $\text{Ca}=40$ を用いよ。

溶液を構成する一部の成分は通すが、他の成分は通さない膜を (①) という。右図のように、左右対称の U 字管を水のみを通す (①) で仕切り、U 字管の A 側に純水を、B 側に 0.20 mol/L のグルコース $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 水溶液を同じ体積入れて、 20°C で放置した。



- 1) 文章中の (①) に適する語句を答えよ。
- 2) 一定時間放置した場合、液面 A、B の高さは、それぞれどのように変化したか。該当するものを、以下の (a) ~ (e) のうちから選び、記号で答えよ。
 - (a) A の液面が B の液面より高くなる。
 - (b) B の液面が A の液面より高くなる。
 - (c) A、B 両方の液面が下降する。
 - (d) A、B 両方の液面が上昇する。
 - (e) 変化しない。
- 3) U 字管の温度を 50°C まで上げた場合、液面にどのような変化がおこるか。該当するものを、以下の (a) ~ (c) のうちから選び、記号で答えよ。
 - (a) 液面の差が大きくなる。
 - (b) 液面の差が小さくなる。
 - (c) 変化しない。
- 4) 27°C 、 0.20 mol/L のグルコース水溶液の浸透圧は何 Pa か、答えよ。
- 5) A 側の純水の代わりに、次の (a) ~ (e) の水溶液を同じ体積入れ、 20°C で一定時間放置した。A、B の液面の差の大きさが最も大きいものと、最も小さいものを、それぞれ1つ選び、記号で答えよ。ただし、電解質は完全に電離するものとする。
 - (a) 0.20 mol/L の塩化ナトリウム NaCl 水溶液
 - (b) 0.10 mol/L の塩化カルシウム CaCl_2 水溶液
 - (c) 0.20 mol/L のスクロース $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ 水溶液
 - (d) 0.10 mol/L の尿素 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 水溶液
 - (e) 20%のスクロース水溶液 (密度： 1.0 g/cm^3)

- 6) 27°C, 0.20 mol/L のグルコース水溶液と同じ大きさの浸透圧を示す塩化カルシウム水溶液を 2.0 L つくるには, 塩化カルシウム何 g を水に溶かせばよいか, 答えよ。ただし, 塩化カルシウムは水溶液中で完全に電離するものとする。
- 7) あるタンパク質 1.0 g を水に溶かして 100 mL にした水溶液がある。この水溶液の 27°C での浸透圧が 6.0×10^2 Pa であった。このタンパク質の分子量を答えよ。なお, このタンパク質は水溶液中で電離も会合もしないものとする。

- (3) 次の文章を読んで、続く問いに答えよ。なお、計算上必要であれば、 $\log_{10}2=0.30$ 、 $\log_{10}3=0.48$ 、 $\log_{10}5=0.70$ とし、原子量は $H=1.0$ 、 $C=12$ 、 $O=16$ を用いよ。計算結果は有効数字 2桁 で示せ。

酢酸の製法の一つに発酵法がある。発酵法では、エタノールが酸化され、(①) となり、(①) が、さらに酸化されて酢酸となる。酢酸は、水溶液中で $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$ という平衡状態をとる。酢酸のような、水溶液中では電離度が小さい酸のことを (②) という。(②) とその塩の混合水溶液に、少量の強酸や強塩基を加えても、pH はわずかにしか変化しない。このような作用を (③) という。

- 文章中の (①) ~ (③) に最も適する語句または物質名を、それぞれ答えよ。
- 酢酸水溶液に、以下の (ア) または (イ) の【操作】を加えた場合、酢酸の電離平衡はどのように変化するか、以下の【変化】(a) ~ (c) から選び、それぞれ、記号で答えよ。

【操作】

(ア) 少量の塩酸を加えた場合

(イ) 少量の水酸化ナトリウム水溶液を加えた場合

【変化】

(a) 右へ移動する (b) 左へ移動する (c) 変化しない

- 酢酸水溶液のモル濃度を c 、電離度を α とした場合、 c と α を用いて、酢酸の電離定数 K_a を表す式を答えよ。
- 6.0×10^{-2} g の酢酸を、 25°C の水 1.0 L に溶解し、酢酸水溶液を調製した場合、平衡状態における CH_3COOH 、 CH_3COO^- 、 H^+ それぞれのモル濃度 [mol/L] を答えよ。ただし、 25°C におけるこの溶液中の酢酸の電離度は 0.15 とし、溶解による体積変化は無視してよいものとする。
- 4) の溶液の pH を答えよ。
- 4) の条件における酢酸の電離定数 K_a [mol/L] を答えよ。

(4) 次の文章を読んで、続く問いに答えよ。

ゴムノキから採取される乳白色の樹液を (①) という。(①) は直径が 10^{-9} m から 10^{-7} m 程度の粒子が沈殿しないで溶液中に分散し、混じり合っている溶液、つまり (②) 溶液であり、ギ酸や酢酸などを加えると沈殿が生じる。この沈殿を乾燥させると (③) が得られる。

(③) の主成分は (④) $(C_5H_8)_n$ であり、鎖状の天然高分子化合物で、多数の (⑤) が (⑥) 重合でつながった構造をもつ。

(③) の (④) 分子の炭素の二重結合 $C=C$ はすべて (⑦) 形であるので、分子が折れ曲がり、分子間にすき間のある構造が安定である。そのため、(③) を引っ張ってまっすぐに伸ばしても、力を除くと分子の熱運動によりもとの状態にもどる。このような性質を (⑧) という。しかし、空気中の (⑨) やオゾンが $C=C$ と反応すると、分子の構造が変化して (⑧) が失われる。

(③) に数%の硫黄粉末を混ぜて加熱すると、(④) 分子どうしが S 原子により結びつく。この操作を (⑩) という。この操作により分子が立体網目状になるので、強度が上がり、空気中の (⑨) やオゾンとも反応しにくくなる。このような $-S-S-$ などによって結びついた構造を (⑪) 構造という。

1) 文章中の (①) ~ (⑪) に適する語句または物質名を、それぞれ答えよ。

2) 文章中の (⑤) の構造式を答えよ。