

2018年度

一般入試A日程
【2/6 (火)】

化学基礎・化学

[60 分]

注意 解答に必要なならば、次の値を用いなさい。

原子量 H = 1.0 C = 12 N = 14 O = 16

Na = 23 Cl = 35.5

標準状態において 1 mol の気体が占める体積 = 22.4 L

気体定数 $8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$

また、問題文中の体積の単位記号 L は、リットルを表す。

1 次の各問い（問 1～4）に答えなさい。

問 1 次の（ア）～（ク）の物質のうち、純物質はいくつあるか。その数を次の①～⑥の中から一つ選びなさい。 個

（ア） 鉄 （イ） 水素 （ウ） アンモニア水 （エ） 石油
（オ） 牛乳 （カ） 土 （キ） 塩酸 （ク） ドライアイス

① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6

問 2 次に示した化合物を水に溶かしたとき、その水溶液が酸性、中性、塩基性を示す物質に分類されているものの正しい組み合わせを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

	酸性	中性	塩基性
①	硫酸ナトリウム	酢酸ナトリウム	硫酸水素ナトリウム
②	硫酸ナトリウム	硫酸水素ナトリウム	酢酸ナトリウム
③	酢酸ナトリウム	硫酸ナトリウム	硫酸水素ナトリウム
④	酢酸ナトリウム	硫酸水素ナトリウム	硫酸ナトリウム
⑤	硫酸水素ナトリウム	酢酸ナトリウム	硫酸ナトリウム
⑥	硫酸水素ナトリウム	硫酸ナトリウム	酢酸ナトリウム

問3 次の(ア)~(エ)の記述と関係の深い状態変化の組み合わせとして最も適当なものを、次の①~⑧の中から一つ選びなさい。 3

- (ア) 冷蔵庫の製氷皿にぬれた指で触れるとくっついた。
- (イ) 寒い夜、窓ガラスが曇った。
- (ウ) ベランダに干しておいた洗濯物が乾いた。
- (エ) 保冷用に箱に入れておいたドライアイスが自然となくなった。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
①	凝固	凝縮	蒸発	昇華
②	凝固	凝縮	昇華	蒸発
③	凝縮	凝固	蒸発	昇華
④	凝縮	凝固	昇華	蒸発
⑤	蒸発	昇華	凝固	凝縮
⑥	昇華	蒸発	凝固	凝縮
⑦	蒸発	昇華	凝縮	凝固
⑧	昇華	蒸発	凝縮	凝固

問4 20℃において62gの塩化ナトリウムが溶けている水溶液1000gがある。この水溶液を加熱して濃縮した後、再び20℃に保ったところ、26gの塩化ナトリウムが析出した。このとき蒸発した水の質量として最も適当な数値を、次の①~⑤の中から一つ選びなさい。ただし、20℃では純水100gに塩化ナトリウムが36gまで溶けるものとする。 4 g

- ① 892 ② 856 ③ 838 ④ 802 ⑤ 766

2

次の各問い（問1～2）に答えなさい。

問1 次の文章を読み、各問い（1）～（4）に答えなさい。

溶液中に溶質と溶媒の濃度差がある場合、その濃度差がなくなるまで溶質と溶媒分子の移動が起こる。この現象を（ア）という。デンプンやタンパク質のように、直径数百ナノメートル程度の分子や粒子が液体中に分散した溶液を（イ）といい、このような溶質は通過できないが、水分子のような溶媒分子のみが通過できるような膜を半透膜という。下図のような断面積 1.0 cm^2 の U 字管内にタンパク質水溶液が半透膜を介して純水（溶媒）と接している場合、水分子は濃度差を無くすため、半透膜を通過して（ア）する。この現象を（ウ）という。水の（ウ）とともに、純水側と溶液側の液面に差が生じ、（エ）の液面が高くなった。この高低差をゼロにするために必要な圧力のことを浸透圧という。

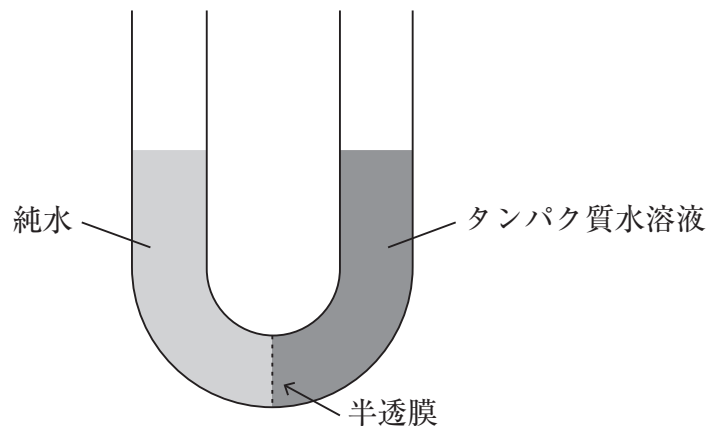


図 タンパク質水溶液と純水を入れた直後の状態

(1) 文章中 (ア) ~ (エ) にあてはまる語句の組み合わせとして正しいものを、次の①~⑧の中から一つ選びなさい。 5

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
①	拡散	コロイド溶液	浸透	溶液側
②	拡散	コロイド溶液	浸透	純水側
③	拡散	懸濁液	浸透	溶液側
④	拡散	懸濁液	浸透	純水側
⑤	浸透	コロイド溶液	拡散	溶液側
⑥	浸透	コロイド溶液	拡散	純水側
⑦	浸透	懸濁液	拡散	溶液側
⑧	浸透	懸濁液	拡散	純水側

(2) 下線部に関して、温度 27℃ で十分に時間が経過したのち、液面高さの差は 8.2 cm であった。このときのタンパク質水溶液の浸透圧として正しいものを、次の①~⑤の中から一つ選びなさい。ただし、水溶液の密度は常に 1.0 g/cm³ とする。また、大気圧は 1.0×10⁵ Pa であり、76 cm の水銀柱 (密度: 13.5 g/cm³) による圧力と等しく、水銀柱の単位面積あたりの質量 [g/cm²] に相当する。 6 Pa

- ① 2.0×10² ② 4.0×10² ③ 5.0×10² ④ 6.0×10² ⑤ 8.0×10²

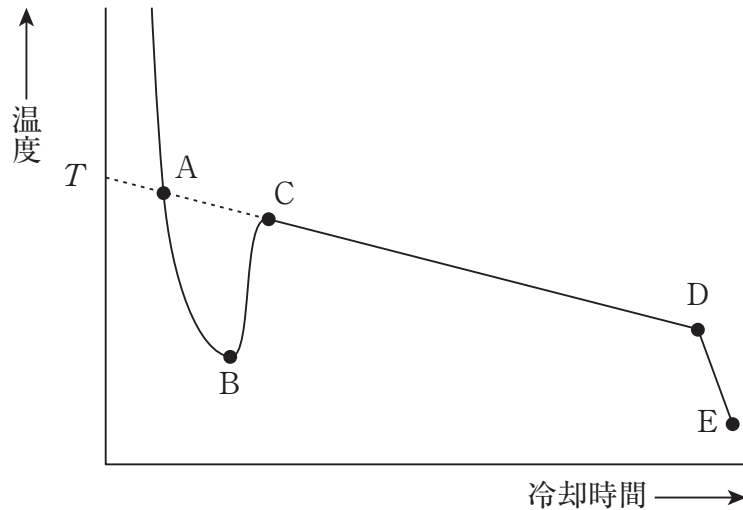
(3) 温度 27℃ で液面高さの差は 8.2 cm であった。温度を 37℃ に上昇させたときの記述として正しいものを、次の①~⑤の中から一つ選びなさい。 7

- ① 浸透圧が大きくなるため、液面高さの差は小さくなる。
 ② 浸透圧が小さくなるため、液面高さの差は小さくなる。
 ③ 浸透圧が大きくなるため、液面高さの差は大きくなる。
 ④ 浸透圧が小さくなるため、液面高さの差は大きくなる。
 ⑤ 浸透圧は変化しないため、液面高さの差も変わらない。

(4) ヒトの血液もタンパク質などが分散した溶液であり，その浸透圧は 37°C でおよそ $7.5 \times 10^5 \text{ Pa}$ である。注射剤を調製する際，注射液の浸透圧を血液のそれと同じにする必要がある。100 mL のブドウ糖注射剤を調製するため，必要なブドウ糖 ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) の量として正しいものを，次の①～⑥の中から一つ選びなさい。 8 g

- ① 5.2 ② 10 ③ 21 ④ 26 ⑤ 42 ⑥ 88

問2 図は，ある希薄水溶液を冷却していく場合の，冷却時間と温度の関係を示した冷却曲線である。この図に関する記述として誤りを含むものを，次の①～⑤の中から一つ選びなさい。 9



図

- ① 点 AB 間は過冷却の状態である。
 ② 点 B において凝固が開始する。
 ③ 点 CD 間では溶媒の結晶と溶液が共存する。
 ④ 点 DE 間ではすべて固体である。
 ⑤ 温度 T は溶液の凝固点である。

(問題は次ページに続く)

3

次の各問い（問1～5）に答えなさい。

問1 次のヘリウムとアルゴンに関する記述のうち、誤りを含むものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。 10

- ① ヘリウムとアルゴンの単体は、いずれも単原子分子である。
- ② ヘリウムの空気中の存在量は、アルゴンの存在量より多い。
- ③ ヘリウムは、空気より軽い。
- ④ ヘリウム原子もアルゴン原子も、K殻を占める電子の数はともに2である。
- ⑤ アルゴンは、電球の封入ガスに用いられる。

問2 遷移金属に関する次の記述（ア）～（ウ）のうち、正しいものをすべて選んだものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。 11

- （ア） すべての遷移元素は、周期表の4族～10族のいずれかに属する。
- （イ） 最外殻電子を1個または2個もつものが多い。
- （ウ） 鉄、銅、スズはいずれも遷移元素である。

- ① （ア）のみ ② （イ）のみ ③ （ウ）のみ
- ④ （ア）、（イ） ⑤ （ア）、（ウ） ⑥ （イ）、（ウ）

問3 次の（ア）～（ウ）の操作のうち、マンガンの酸化数が減少するものをすべて選んだものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。 12

- （ア） 酸化マンガン(IV)をマンガン乾電池の正極活物質として使用して放電させる。
- （イ） ギ酸が硫酸酸性の過マンガン酸カリウム水溶液の赤紫色を脱色する。
- （ウ） 酸化マンガン(IV)が過酸化水素水から水素を発生させる。

- ① （ア）のみ ② （イ）のみ ③ （ウ）のみ
- ④ （ア）、（イ） ⑤ （ア）、（ウ） ⑥ （イ）、（ウ）

問4 化学物質の保存と取扱いに関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。 13

- ① 単体のカリウムは、石油中に保存する。
- ② 赤リンは、水中に保存する。
- ③ 塩化銀は、褐色試薬びんに保存する。
- ④ 水酸化ナトリウムは、はかり取るとき手早く扱う。
- ⑤ フッ化水素酸は、ゴム手袋を着用して取り扱う。

問5 炭素とその化合物に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。 14

- ① 黒鉛は、イオン結合でつくられた平面が層状に重なっている構造をしており、電気をよく通す。
- ② ダイヤモンドは、炭素原子の結合がすべて共有結合なので、非常に硬い。
- ③ フラーレンは、 C_{60} 、 C_{70} などの分子式をもつ球状の分子で、絶縁体である。
- ④ カーボンナノチューブは、黒色で筒状の構造をしており、強度が高い。
- ⑤ 炭素の酸化物は、いずれも常温・常圧で気体である。

4

次の文章を読み、以下の各問い（問1～5）に答えなさい。

化合物 **A** は、分子式が $C_{23}H_{24}O_9$ であり、分子内にエステル結合とヒドロキシ基をもっている光学活性な化合物であることがわかっている。**A** の構造決定を行うために以下の実験を行った。

- (ア) **A** を塩基性条件で加水分解を行い、酸性にして有機溶媒で抽出すると、0.1 mol の **A** からそれぞれ 0.1 mol の同じ分子式 ($C_7H_6O_3$) である二置換ベンゼン誘導体 **B** と **C**、0.2 mol の酢酸、および 0.1 mol の 3 価アルコール **D** が生成した。
- (イ) **A** に含まれるヒドロキシ基を酸化するとケトンが生成した。
- (ウ) **B** はナトリウムフェノキシド (C_6H_5ONa) を高温高压で二酸化炭素と反応させた後、希硫酸を作用させて得られた化合物と同一であることがわかった。
- (エ) 機器分析の結果、**A** の構造の中では **B** と **C** は直接結合していないことがわかった。
- (オ) 機器分析の結果、**C** のベンゼン環に結合している水素原子は 3 つ以上隣り合っていないことがわかった。
- (カ) 機器分析の結果、**D** には二つの「 $-CH_2OH$ 」という構造が含まれていることがわかった。

問1 化合物 **A** に含まれるエステル結合の数として最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。 15

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5

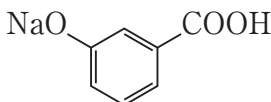
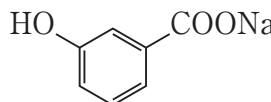
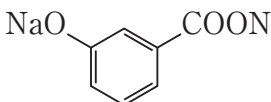
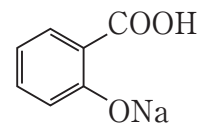
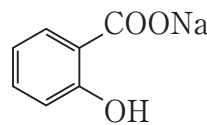
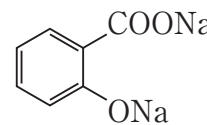
問2 化合物AとDの不斉炭素の数の組み合わせとして最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。 16

	Aの不斉炭素の数	Dの不斉炭素の数
①	1	0
②	1	1
③	1	2
④	2	0
⑤	2	1
⑥	2	2

問3 BやCに対して加えると赤紫色～青紫色を示す化合物として最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。 17

- ① さらし粉の水溶液
- ② 二クロム酸カリウム硫酸酸性溶液
- ③ 塩化鉄(Ⅲ)水溶液
- ④ 臭素水
- ⑤ アンモニア性硝酸銀溶液

問4 Bの水溶液に炭酸水素ナトリウム水溶液を加えた場合、水溶液中に最も多く存在する化合物を、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。 18

①		②		③	
④		⑤		⑥	

問5 化合物Aの構造として最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

19

①	
②	
③	
④	
⑤	
⑥	

5

次の各問い（問1～3）に答えなさい。

問1 アミノ酸に関する以下の文章を読んで、各問い（1）、（2）に答えなさい。

グリシンは水溶液中で、次式のような電離平衡が存在し、pHにより3種類のイオン（A、B、C）の割合が変化する。



この電離平衡は次の2段階で表され、電離定数 K_1 と K_2 は次のとおりである。



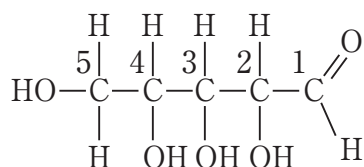
（1）Cの構造として最も適当なものはどれか。次の①～⑧の中から一つ選びなさい。 20

①	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}_3^+\text{N}-\text{C}-\text{COOH} \\ \\ \text{H} \end{array}$	②	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3^+\text{N}-\text{C}-\text{COOH} \\ \\ \text{H} \end{array}$	③	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{COO}^- \\ \\ \text{H} \end{array}$	④	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{COO}^- \\ \\ \text{H} \end{array}$
⑤	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}_3^+\text{N}-\text{C}-\text{COO}^- \\ \\ \text{H} \end{array}$	⑥	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3^+\text{N}-\text{C}-\text{COO}^- \\ \\ \text{H} \end{array}$	⑦	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{COOH} \\ \\ \text{H} \end{array}$	⑧	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{COOH} \\ \\ \text{H} \end{array}$

(2) グリシンの水溶液の pH が 2.0 のとき、A と C のモル濃度の比 $[C]/[A]$ はいくら
 らか。最も適当な数値を次の①～⑥の中から一つ選びなさい。 21

- ① 1.0×10^{-8} ② 1.0×10^{-6} ③ 1.0×10^{-4}
 ④ 1.0×10^4 ⑤ 1.0×10^6 ⑥ 1.0×10^8

問 2 ペントースであるリボースは核酸の構成成分で、水中で鎖状構造と環状構造の平
 衡状態で存在している。下図に平衡状態におけるリボースの鎖状構造を示す。環状構造の
 リボースとリン酸が交互に連結して形成される核酸（ポリヌクレオチド）の構造におい
 て、リン酸と脱水縮合するヒドロキシ基をもつ炭素原子の番号を下図からすべて選んだも
 のを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。 22



図

- ① 3のみ ② 4のみ ③ 5のみ
 ④ 3と4 ⑤ 3と5 ⑥ 4と5

問3 次の文中の(ア)~(エ)に入る語句の組み合わせとして最も適当なものを、次の①~⑧の中から一つ選びなさい。 23

イオン交換樹脂の分子中にスルホ基などの(ア)の官能基を多くもっている合成樹脂は、水溶液中で(イ)と他の(ウ)を交換する。このようなはたらきをもつ合成樹脂を(ウ)交換樹脂という。(ウ)交換樹脂を管に詰め、塩化ナトリウム水溶液を通すと、(イ)と(ウ)が交換され、(エ)の溶液となって出てくる。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
①	塩基性	水素イオン	陽イオン	HCl
②	塩基性	水素イオン	陰イオン	NaOH
③	塩基性	水酸化物イオン	陽イオン	HCl
④	塩基性	水酸化物イオン	陰イオン	NaOH
⑤	酸性	水素イオン	陽イオン	HCl
⑥	酸性	水素イオン	陰イオン	NaOH
⑦	酸性	水酸化物イオン	陽イオン	HCl
⑧	酸性	水酸化物イオン	陰イオン	NaOH