

535455 【医学科】

理科問題

2022(令和4)年度

【注意事項】

1. この問題冊子は「理科」である。
2. 理科は2科目を解答すること。試験時間は2科目合計で180分である。
3. 試験開始の合図まで、この問題冊子を開いてはいけない。ただし、表紙はあらかじめよく読んでおくこと。
4. 試験開始後すぐに、以下の5.に記載されていることを確認すること。
5. この問題冊子の印刷は1ページから17ページまでであり、解答用紙は問題冊子中央に9枚はさみこんである。

科目	問題	解答用紙
物理	1ページから6ページ	3枚(53-1, 53-2, 53-3)
化学	7ページから10ページ	3枚(54-1, 54-2, 54-3)
生物	11ページから17ページ	3枚(55-1, 55-2, 55-3)

6. 問題冊子に落丁、乱丁、印刷不鮮明な箇所等があった場合および解答用紙が不足している場合は、手をあげて監督者に申し出ること。
7. 試験開始後、解答する科目の解答用紙の所定欄に、受験番号と氏名を記入すること(1枚につき受験番号は2箇所、氏名は1箇所)。
8. 解答は必ず解答用紙の指定された箇所に記入すること。解答用紙の裏面に記入してはいけない。
9. 解答する科目の問題番号に対応した解答用紙に解答していない場合は、採点されない場合もあるので注意すること。
10. 解答する字数に指定がある場合は、句読点も1字として数えること。英数字を記入する場合は、1字分のマス目に2文字まで記入してよい。
11. 問題冊子の中の白紙部分は下書き等に使用してよい。
12. 解答用紙を切り離したり、持ち帰ってはいけない。解答しない科目の解答用紙も提出すること。
13. 試験終了時刻まで退室を認めない。試験中の気分不快やトイレ等、やむを得ない場合には、手をあげて監督者を呼び、指示に従うこと。
14. 試験終了後は問題冊子を持ち帰ること。

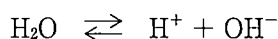


54 化学

7 ページから 10 ページ

〔 I 〕 次の文章を読み、下記の問いに答えなさい。

- (1) 純粋な水では、水分子のごく一部が電離して水素イオン H^+ と水酸化物イオン OH^- を生じ、以下のような平衡状態に達している。



この反応の電離度は、純水の温度によって変化する。これについて以下の設問に答えなさい。

- (ア) 25℃の純水の電離度を求めなさい。ただし、数値は有効数字2桁で示し、計算の過程も示すこと。
- (イ) 純水を25℃から40℃にした場合、電離度はどのようになるか、次の文の【 】の中の適切な語句を選びなさい。また、その理由を述べなさい。

25℃のときの電離度から 【大きくなる・小さくなる】

- (2) 中和に関する下記の実験について設問に答えなさい。

【実験】 1.0 mol/L の塩酸 10 mL (25℃) に 1.0 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 (25℃) を 0～20 mL まで徐々に加え、反応熱による温度変化を測定した。ここでは、中和以外の反応熱の影響は考慮しないものとし、外部との熱の出入りはないものとする。なお、すべての溶液の密度は 1.0 g/mL、比熱は 4.2 J/g·K とする。ただし、滴下中に発生する反応熱は保存され、溶液の比熱は滴下量にかかわらず一定とする。

- (ア) 水酸化ナトリウム水溶液を 5 mL 添加したとき、4.5℃の温度変化が見られた。この反応の反応熱を求め、熱化学方程式で答えなさい。ただし、反応熱は kJ/mol の単位で小数点1桁まで計算し、四捨五入して整数で示すこと。また計算過程も示すこと。
- (イ) 水酸化ナトリウム水溶液の滴下量が 10 mL および 20 mL のときの温度変化後の溶液全体の温度をそれぞれ求めなさい。ただし、温度は℃の単位で小数点1桁まで計算し、四捨五入して整数で示すこと。また計算過程も示すこと。

(3) 純水に電解質を添加して溶液内の水和の構造が変化すると、水素イオン H^+ と水酸化物イオン OH^- の電離平衡が移動する場合がある。これについて以下の設問に答えなさい。

(ア) 純水は、 H_2O 、 OH^- 、および H^+ から構成され、 H^+ は実際にはオキソニウムイオン H_3O^+ として存在することが知られている。このときの液体の構造はどのようになっているか、下の(a)~(c)の状態についてそれぞれ図示しなさい。ただし、下記の例で示されるように共有結合は実線で、それ以外の結合は点線で描きなさい。(c)については立体的に描きなさい。

【例】 フッ化物イオン F^- にフッ化水素 HF が結合した状態



- (a) 1 個の OH^- に 2 個の H_2O が水和している状態
- (b) 1 個の H_3O^+ に 3 個の H_2O が水和している状態
- (c) 1 個の H_2O に最大数の H_2O が水和している状態
- (イ) 純水に電解質として塩化ナトリウム $NaCl$ を溶かしていった場合、純水の電離で発生した H^+ と OH^- の水和の構造はどのように変化するか述べなさい。図を用いてもよいが、必ず文章で説明すること。
- (ウ) 純水に $NaCl$ を 0.1 mol/L 程度まで溶かしていくと、 H^+ と OH^- の電離平衡が移動する。この理由を静電気力(クーロン力)を用いて説明しなさい。

〔Ⅱ〕 次の文章を読み、下記の問いに答えなさい。ただし、原子量は、 $H=1.0$ 、 $C=12.0$ 、 $O=16.0$ とする。

炭素、水素、酸素のみからなる化合物 **A** は、分子量 380 で不斉炭素原子を 2 つ持つ。(A)化合物 **A** を、水酸化ナトリウム水溶液に加えて加水分解すると、化合物 **B** と分子量 102 で不斉炭素原子を 1 つ持つ化合物 **C** が得られた。

化合物 **A** を硫酸酸性下、過マンガン酸カリウム水溶液と反応させたところ、不斉炭素原子を 1 つ持つ化合物 **D** が、反応した化合物 **A** に対し 2 倍の物質質量で得られた。また、化合物 **D** を水酸化ナトリウム水溶液に加えて加水分解すると、化合物 **C** とパラ二置換ベンゼンである化合物 **E** が得られた。化合物 **E** 27.6 mg を元素分析装置で完全燃焼させると、二酸化炭素 61.6 mg と水 10.8 mg を生じた。

- (1) 化合物 **E** の分子式を求めなさい。計算の過程も示すこと。
- (2) 化合物 **A** ~ **E** の構造式を書きなさい。不斉炭素原子をもつ化合物については、その不斉炭素原子を * 印で示すこと。
- (3) 下線部 (A) について、加水分解の反応後、化合物 **B** と **C** を分離するためにはどのような実験操作が必要か説明しなさい。
- (4) (3) で行う化合物 **B** と **C** を分離するための実験操作においては、さまざまな危険な薬品を用いる必要がある。それらのうち 3 つの薬品を選び、それぞれの薬品について、取り扱いするときの注意すべきことを説明しなさい。
- (5) どんなに注意していても事故は常に起こりうる。(3) で行う化合物 **B** と **C** を分離するための実際の実験操作において、どのような事故が想定されるかを 2 つ考え、それぞれの事故に対する対処法について記述しなさい。

化学の試験問題〔Ⅲ〕は次に続く。



〔Ⅲ〕 次の文章を読み、下記の問いに答えなさい。

(A)アンモニア NH_3 は(B)硝酸 HNO_3 や窒素肥料である尿素 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ の原料として知られる。
(C)工業的には窒素 N_2 と水素 H_2 から合成される。一方、実験室では、(D)塩化アンモニウム NH_4Cl と強塩基からアンモニアを発生させることができる。実験室で合成したアンモニアを直接中和滴定して定量することは非常に難しいため、(E)逆滴定が利用される。

- (1) 下線部(A)について、アンモニアの分子構造を答えなさい。
- (2) (1)で解答した分子構造をとる理由を説明しなさい。
- (3) 下線部(B)の工業的製法名を答えなさい。さらにその製法を化学反応式で示しなさい。
- (4) 下線部(C)について、アンモニアの生成率を高くするためにどのような工夫がなされているか、以下の語句をすべて用いて200字以内で記述しなさい。
平衡, 圧力, 温度, 反応速度, 触媒, 活性化エネルギー
- (5) 下線部(D)の反応例の1つを化学反応式で示しなさい。
- (6) 下線部(D)では、アンモニアの発生法、乾燥法、捕集法に注意して操作する必要がある。これらの注意点を図で明示するとともに、操作方法を文章で説明しなさい。
- (7) 下線部(E)はどのような方法か、具体的な手順を150字程度で説明しなさい。



