

原子量・定数が必要な場合は、次の値を用いよ。

原子量：H = 1.0, C = 12, N = 14, O = 16, S = 32

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

第1問

物質の構成に関する以下の問い（問1～5）に答えよ。

〔解答番号 ～ 〕

問1 次の原子のうち、価電子の数が最も多い原子として最も適当なものを、次の

①～⑧から1つ選べ。

- | | | | |
|---------|-------|---------|--------|
| ① ナトリウム | ② 水素 | ③ アルゴン | ④ 硫黄 |
| ⑤ リン | ⑥ フッ素 | ⑦ カルシウム | ⑧ ヘリウム |

問2 次の分子のうち、直線形の無極性分子として最も適当なものを、次の①～⑧

から1つ選べ。

- | | | | |
|---------|---------|---------|--------|
| ① フッ化水素 | ② 水 | ③ 二酸化炭素 | ④ メタン |
| ⑤ 硫化水素 | ⑥ アンモニア | ⑦ 四塩化炭素 | ⑧ 塩化水素 |

問3 次の物質のうち、共有結合の結晶に分類され、かつ、電気をよく導く物質として最も適当なものを、次の①～⑧から1つ選べ。

- | | | |
|----------|-----------|-----------|
| ① 二酸化ケイ素 | ② 塩化カルシウム | ③ 銅 |
| ④ ダイヤモンド | ⑤ ドライアイス | ⑥ 塩化ナトリウム |
| ⑦ ヨウ素 | ⑧ 黒鉛 | |

問4 質量パーセント濃度が98 %の濃硫酸の密度が 1.8 g/cm^3 であるとき、この濃硫酸のモル濃度〔mol/L〕として最も適当な数値を、次の①～⑧から1つ選べ。

mol/L

① 0.090

② 0.18

③ 0.45

④ 0.90

⑤ 1.8

⑥ 4.5

⑦ 9.0

⑧ 18

問5 白金触媒存在下でアンモニアを酸化すると、一酸化窒素と水が生成する。アンモニア 34 g から生成する水の質量〔g〕として最も適当な数値を、次の①～⑧から1つ選べ。ただし、反応は完全に進行したものとする。

g

① 18

② 27

③ 36

④ 45

⑤ 54

⑥ 63

⑦ 72

⑧ 81

第2問

物質の変化と状態に関する次の文章 **A**、**B** を読んで、以下の問い（問1～5）に答えよ。
〔解答番号 6 ～ 10 〕

A 酸化剤と還元剤の間で ア に向かって電子の授受が行われると、酸化還元反応が起こる。例えば、過マンガン酸カリウムと過酸化水素の反応では過マンガン酸カリウムが イ としてはたらく、ヨウ化カリウムと過酸化水素の反応ではヨウ化カリウムが ウ としてはたらく。

問1 空欄 ア ～ ウ にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑧から1つ選べ。6

	ア	イ	ウ
①	酸化剤から還元剤	酸化剤	酸化剤
②	酸化剤から還元剤	酸化剤	還元剤
③	酸化剤から還元剤	還元剤	酸化剤
④	酸化剤から還元剤	還元剤	還元剤
⑤	還元剤から酸化剤	酸化剤	酸化剤
⑥	還元剤から酸化剤	酸化剤	還元剤
⑦	還元剤から酸化剤	還元剤	酸化剤
⑧	還元剤から酸化剤	還元剤	還元剤

問2 過マンガン酸カリウムと過酸化水素の反応, およびヨウ化カリウムと過酸化水素の反応において, 過酸化水素中の酸素原子の酸化数の変化の組合せとして最も適当なものを, 次の①～⑧から1つ選べ。

7

	過マンガン酸カリウムと 過酸化水素の反応	ヨウ化カリウムと 過酸化水素の反応
①	-2 から -1	-2 から -1
②	-2 から -1	-2 から 0
③	-2 から 0	-2 から -1
④	-2 から 0	-2 から 0
⑤	-1 から -2	-1 から -2
⑥	-1 から -2	-1 から 0
⑦	-1 から 0	-1 から -2
⑧	-1 から 0	-1 から 0

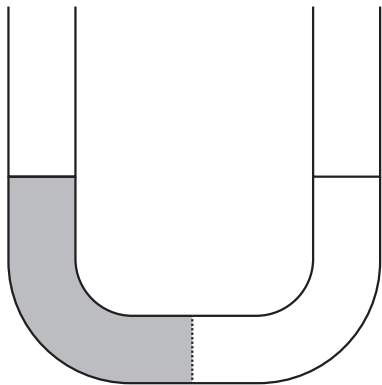
問3 硫酸酸性下において, 0.10 mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液 20 mL と過不足なく反応する 0.20 mol/L の過酸化水素水の体積 [mL] として最も適当な数値を, 次の①～⑧から1つ選べ。

8 mL

- | | | | |
|-------|-------|-------|------|
| ① 4.0 | ② 5.0 | ③ 8.0 | ④ 10 |
| ⑤ 15 | ⑥ 20 | ⑦ 25 | ⑧ 40 |

B 下図に示すように、断面積が均一な U 字管の左右を半透膜で仕切った装置を用意し、左側にはグルコース水溶液を 100 mL、右側には純水 100 mL を入れて十分に静置したところ、ア 側の液面が上がり、イ 側の液面が下がり、最終的に液面の差が一定になった。この状態を状態 A とする。

状態 A から温度を上げると、液面の差は ウ なる。また、状態 A に対して温度を一定に保ったまま右側に純水 100 mL を追加して十分に静置したところ、液面の差は エ なる。



半透膜

問 4 空欄 ア ～ エ にあてはまる語の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑧から 1 つ選べ。

9

	ア	イ	ウ	エ
①	グルコース水溶液	純水	大きく	大きく
②	グルコース水溶液	純水	大きく	小さく
③	グルコース水溶液	純水	小さく	大きく
④	グルコース水溶液	純水	小さく	小さく
⑤	純水	グルコース水溶液	大きく	大きく
⑥	純水	グルコース水溶液	大きく	小さく
⑦	純水	グルコース水溶液	小さく	大きく
⑧	純水	グルコース水溶液	小さく	小さく

問5 0.020 mol/L の塩化ナトリウム水溶液 100 mL と浸透圧が等しいグルコース水溶液を 100 mL 調製するために必要なグルコースの質量 [g] として最も適当な数値を, 次の①~⑧から 1 つ選べ。ただし, 塩化ナトリウムは水溶液中では完全に電離しているものとする。

10 g

① 0.18

② 0.36

③ 0.54

④ 0.72

⑤ 1.8

⑥ 3.6

⑦ 5.4

⑧ 7.2

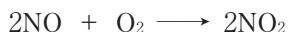
第3問

物質の変化に関する次の文章 **A**、**B** を読んで、以下の問い (問1～5) に答えよ。

〔解答番号 11 ～ 15 〕

A 化学反応が起こるためには、反応物どうしが衝突する必要がある。反応物どうしが衝突すると ア を経て化学反応が進行するが、この ア にするために必要なエネルギーが イ ほど化学反応は起きやすい。

一酸化窒素と酸素から二酸化窒素が生成する反応



において、二酸化窒素の生成速度 v は、それぞれの気体のモル濃度と反応速度定数 k を用いて、

$$v = k[\text{NO}]^2[\text{O}_2]$$

で表される。この反応速度定数 k の値は温度が高いほど ウ 。

問1 空欄 ア ～ ウ にあてはまる語の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑧から1つ選べ。

11

	ア	イ	ウ
①	活性化状態 (遷移状態)	大きい	大きい
②	活性化状態 (遷移状態)	大きい	小さい
③	活性化状態 (遷移状態)	小さい	大きい
④	活性化状態 (遷移状態)	小さい	小さい
⑤	超臨界状態	大きい	大きい
⑥	超臨界状態	大きい	小さい
⑦	超臨界状態	小さい	大きい
⑧	超臨界状態	小さい	小さい

問2 一酸化窒素と酸素から二酸化窒素が生成する反応において、温度を変えずに一酸化窒素の濃度を3倍に、酸素の濃度を2倍にすると、濃度を変える直前と直後で二酸化窒素の生成速度は何倍になるか。最も適当な数値を、次の①～⑧から1つ選べ。

12 倍

① 5

② 6

③ 8

④ 9

⑤ 12

⑥ 18

⑦ 24

⑧ 36

B 酢酸は水溶液中では一部が電離して、次に示すような電離平衡が成り立つ。



また、酢酸ナトリウムは水溶液中では完全に電離する。



酢酸と酢酸ナトリウムの混合水溶液は ア 溶液とよばれ、少量の酸や塩基を加えても pH の値はほとんど変化しない。これは、イ により、少量の酸や塩基を加えると酢酸の電離平衡が移動し、結果として水素イオンのモル濃度がほとんど変化しないためである。このような ア 溶液には、ほかに ウ の混合水溶液などが挙げられる。

問3 空欄 ア ～ ウ にあてはまる語の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑧から1つ選べ。

13

	ア	イ	ウ
①	緩衝	ヘンリーの法則	アンモニアと塩化アンモニウム
②	緩衝	ヘンリーの法則	硝酸と硝酸アンモニウム
③	緩衝	ルシャトリエの原理	アンモニアと塩化アンモニウム
④	緩衝	ルシャトリエの原理	硝酸と硝酸アンモニウム
⑤	コロイド	ヘンリーの法則	アンモニアと塩化アンモニウム
⑥	コロイド	ヘンリーの法則	硝酸と硝酸アンモニウム
⑦	コロイド	ルシャトリエの原理	アンモニアと塩化アンモニウム
⑧	コロイド	ルシャトリエの原理	硝酸と硝酸アンモニウム

問4 酢酸 0.30 mol と酢酸ナトリウム 0.20 mol が溶けている水溶液がある。この水溶液の pH として最も適当な数値を、次の①～⑧から1つ選べ。ただし、酢酸の電離定数 K_a は $2.0 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ とし、 $\log_{10} 2 = 0.30$ 、 $\log_{10} 3 = 0.48$ とする。

14

- | | | | |
|--------|--------|--------|--------|
| ① 4.22 | ② 4.30 | ③ 4.52 | ④ 4.70 |
| ⑤ 5.30 | ⑥ 5.48 | ⑦ 5.70 | ⑧ 5.78 |

問5 問4の水溶液に水酸化ナトリウムを 0.050 mol 加えてできる水溶液の pH と
して最も適当な数値を，次の①～⑧から1つ選べ。ただし，酢酸の電離定数
 K_a は $2.0 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ とし， $\log_{10} 2 = 0.30$ ， $\log_{10} 3 = 0.48$ とする。

15

① 4.22

② 4.30

③ 4.52

④ 4.70

⑤ 5.30

⑥ 5.48

⑦ 5.70

⑧ 5.78

第4問

無機物質に関する次の文章 **A**、**B** を読んで、以下の問い (問1～5) に答えよ。

〔解答番号

16

 ～

20

 〕

A 次のア～クは、実験室において気体を発生させるための操作を記したものである。

- ア 銅に濃硝酸を加える。
- イ 硫化鉄(Ⅱ)に希塩酸を加える。
- ウ 亜硫酸ナトリウムに希硫酸を加える。
- エ 酸化マンガン(Ⅳ)に濃塩酸を加えて加熱する。
- オ 塩化アンモニウムに水酸化カルシウムを加えて加熱する。
- カ 炭酸カルシウムに希塩酸を加える。
- キ 亜鉛に希硫酸を加える。
- ク 塩化ナトリウムに濃硫酸を加えて加熱する。

問1 有色の気体が発生する操作の数として最も適当なものを、次の①～⑧から1つ選べ。

16

 個

- | | | | |
|-----|-----|-----|-----|
| ① 1 | ② 2 | ③ 3 | ④ 4 |
| ⑤ 5 | ⑥ 6 | ⑦ 7 | ⑧ 8 |

問2 発生した気体を水上置換法で捕集するのが適当な操作の数として最も適当なものを、次の①～⑧から1つ選べ。

17

 個

- | | | | |
|-----|-----|-----|-----|
| ① 1 | ② 2 | ③ 3 | ④ 4 |
| ⑤ 5 | ⑥ 6 | ⑦ 7 | ⑧ 8 |

問3 ア～クで発生した気体に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑧から1つ選べ。

18

- ① アで発生した気体は、空気中で酸化されやすい。
- ② イで発生した気体は、腐卵臭の気体である。
- ③ ウで発生した気体は、還元性がある。
- ④ エで発生した気体は、酸化力が強い。
- ⑤ オで発生した気体に含まれる水分を取り除くには、ソーダ石灰を用いる。
- ⑥ カで発生した気体は、石灰水に通じると白濁する。
- ⑦ キで発生した気体は、燃料電池の負極活物質に用いられる。
- ⑧ クで発生した気体とオで発生した気体が反応すると、白煙が生じる。

B ナトリウム化合物は様々な用途で用いられることが多く、工業的に製造されている。例えば、水酸化ナトリウムは **ア** で、炭酸ナトリウムは **イ** で製造されている。また、炭酸水素ナトリウムは **ウ** ともよばれ、ベーキングパウダーなどに利用されている。

問4 空欄 **ア** ～ **ウ** にあてはまる語の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑧から1つ選べ。

19

	ア	イ	ウ
①	イオン交換膜法	オストワルト法	しっくい
②	イオン交換膜法	オストワルト法	重曹
③	イオン交換膜法	アンモニアソーダ法	しっくい
④	イオン交換膜法	アンモニアソーダ法	重曹
⑤	熔融塩電解	オストワルト法	しっくい
⑥	熔融塩電解	オストワルト法	重曹
⑦	熔融塩電解	アンモニアソーダ法	しっくい
⑧	熔融塩電解	アンモニアソーダ法	重曹

問5 炭酸水素ナトリウムに関する記述として最も適するものを、次の①～⑧から1つ選べ。

20

- ① 酸性塩に分類され、水に溶かすと酸性を示す。
- ② 酸性塩に分類され、水に溶かすと中性を示す。
- ③ 酸性塩に分類され、水に溶かすと塩基性を示す。
- ④ 正塩に分類され、水に溶かすと酸性を示す。
- ⑤ 正塩に分類され、水に溶かすと中性を示す。
- ⑥ 正塩に分類され、水に溶かすと塩基性を示す。
- ⑦ 塩基性塩に分類され、水に溶かすと酸性を示す。
- ⑧ 塩基性塩に分類され、水に溶かすと塩基性を示す。

第5問

有機化合物に関する次の文章 **A**、**B** を読んで、以下の問い (問1～5) に答えよ。

〔解答番号 21 ～ 25 〕

A 芳香族アミンで最も簡単なアニリンは、ア 色の液体であるニトロベンゼンから合成される。ニトロベンゼンをスズと塩酸で イ した後、水酸化ナトリウム水溶液を加えるとアニリンが得られる。得られたアニリンに二クロム酸カリウム水溶液を加えて酸化すると、ウ 色の物質が得られる。

問1 空欄 ア ～ ウ にあてはまる語の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑧から1つ選べ。

21

	ア	イ	ウ
①	淡赤	還元	赤紫
②	淡赤	還元	黒
③	淡赤	酸化	赤紫
④	淡赤	酸化	黒
⑤	淡黄	還元	赤紫
⑥	淡黄	還元	黒
⑦	淡黄	酸化	赤紫
⑧	淡黄	酸化	黒

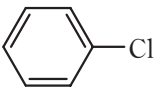
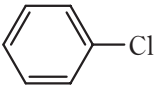
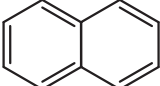
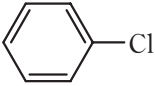
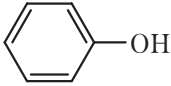
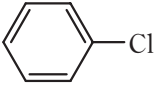
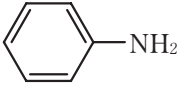
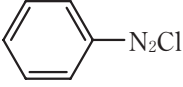
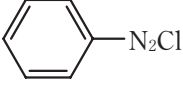
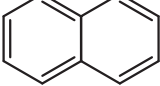
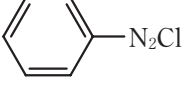
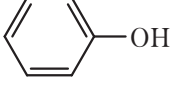
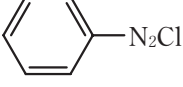
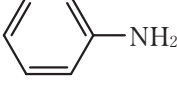
問2 アニリンに無水酢酸を加えてできる有機化合物として最も適当なものを、次の①～⑧から1つ選べ。

22

- | | | |
|---------|-----------|-------------|
| ① 安息香酸 | ② サリチル酸 | ③ アセチルサリチル酸 |
| ④ トルエン | ⑤ アセトアニリド | ⑥ アセトン |
| ⑦ ピクリン酸 | ⑧ クメン | |

問3 アニリンを氷冷しながら塩酸と亜硝酸ナトリウムを反応させると、芳香族化合物 **X** が生じる。また、芳香族化合物 **X** の水溶液を温めると、芳香族化合物 **Y** が生じる。芳香族化合物 **X**、**Y** の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑧から1つ選べ。

23

	X	Y
①		
②		
③		
④		
⑤		
⑥		
⑦		
⑧		

B 3価アルコールであるグリセリン (1,2,3-プロパントリオール) と高級脂肪酸とのトリエステルを油脂という。天然に存在する油脂に含まれる高級脂肪酸には、オレイン酸やステアリン酸、リノール酸などがあるが、この3つの高級脂肪酸のうち1種類の高級脂肪酸のみから構成された油脂を比較すると、最も融点が高いのは **ア** から構成された油脂であり、油脂1分子に含まれる炭素間二重結合の数が最も多いのは **イ** から構成された油脂である。

問4 空欄 **ア** , **イ** にあてはまる語の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑧から1つ選べ。

24

	ア	イ
①	オレイン酸	ステアリン酸
②	オレイン酸	リノール酸
③	ステアリン酸	オレイン酸
④	ステアリン酸	ステアリン酸
⑤	ステアリン酸	リノール酸
⑥	リノール酸	オレイン酸
⑦	リノール酸	ステアリン酸
⑧	リノール酸	リノール酸

問5 オレイン酸とステアリン酸の2種類の高級脂肪酸から構成された油脂として考えられる構造は、全部で何種類あるか。最も適当な数値を、次の①～⑧から1つ選べ。ただし、立体異性体も考慮するものとする。

25 種類

- | | | | |
|------|------|------|------|
| ① 2 | ② 4 | ③ 6 | ④ 8 |
| ⑤ 10 | ⑥ 12 | ⑦ 14 | ⑧ 16 |

化学の問題はここまでです。

【解答】

大問	小問	解答番号	正解
第 1 問	問 1	1	⑥
	問 2	2	③
	問 3	3	⑧
	問 4	4	⑧
	問 5	5	⑤
第 2 問	A 問 1	6	⑥
	A 問 2	7	⑦
	A 問 3	8	⑦
	B 問 4	9	②
	B 問 5	10	④
第 3 問	A 問 1	11	③
	A 問 2	12	⑥
	B 問 3	13	③
	B 問 4	14	③
	B 問 5	15	④
第 4 問	A 問 1	16	②
	A 問 2	17	①
	A 問 3	18	①
	B 問 4	19	④
	B 問 5	20	③
第 5 問	A 問 1	21	⑥
	A 問 2	22	⑤
	A 問 3	23	⑦
	B 問 4	24	⑤
	B 問 5	25	③