

化学基礎・化学

(全問必答)

第1問 次の各問い(問1～5)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

問1 次の a～c に当てはまるものを、それぞれの解答群①～④のうちから一つずつ選べ。

a 電子配置がアルゴン原子と同じであるイオン。

- ① Br^- ② Ca^{2+} ③ F^- ④ Mg^{2+}

b 非共有電子対のない分子。

- ① N_2 ② CH_4 ③ NH_3 ④ CO_2

c 電気陰性度の最も大きい原子。

- ① N ② O ③ F ④ Cl

問2 金属の結晶の単位格子に関する次の文章中の **ア** と **イ** に当てはまる語および数式の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。

4

図1は、銅の結晶の単位格子である。このような結晶構造は **ア** と呼ばれ、単位格子一辺の長さを a [m] とすると、銅原子の半径は **イ** [m] で表される。

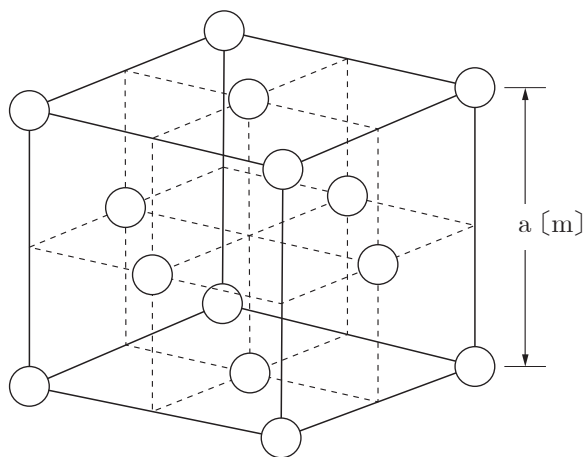


図 1

	ア	イ
①	体心立方格子	$\frac{\sqrt{2} a}{4}$
②	体心立方格子	$\frac{\sqrt{3} a}{4}$
③	体心立方格子	$\frac{3\sqrt{2} a}{2}$
④	面心立方格子	$\frac{\sqrt{2} a}{4}$
⑤	面心立方格子	$\frac{\sqrt{3} a}{4}$
⑥	面心立方格子	$\frac{3\sqrt{2} a}{2}$

化学基礎・化学

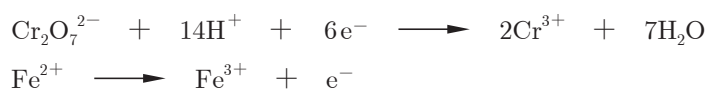
問3 酸、塩基およびそれらの反応に関する記述として誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 5

- ① 水溶液中では、 H^+ は水分子と結合して H_3O^+ として存在している。
- ② 希硫酸の電離度は、希塩酸の電離度の2倍である。
- ③ 酸性水溶液中では、 $Zn(OH)_2$ は塩基として作用して H^+ を受け取る。
- ④ 0.1mol/Lの硫酸30mLに、0.1mol/Lの水酸化バリウム水溶液を加えていくと、30ml加えたところで水溶液中のイオンの濃度の総和は最小になる。

問4 次の溶液①～④のうちから、塩基性を示すものを一つ選べ。ただし、強酸と強塩基は水溶液中で完全に電離しているものとする。 6

- ① 0.10mol/Lの酢酸水溶液50mLと0.10mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液50mLを混合した溶液。
- ② 0.10mol/Lの硫酸水溶液50mLと0.10mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液50mLを混合した溶液。
- ③ pHが4の塩酸を純水で10000倍に希釈した溶液。
- ④ 0.10mol/Lの塩化アンモニウム水溶液。

問5 $Cr_2O_7^{2-}$ と Fe^{2+} はそれぞれ酸化剤および還元剤として次のようにはたらく。



濃度未知の硫酸鉄(II)水溶液25mLを、硫酸酸性にした0.10mol/L二クロム酸カリウム水溶液で滴定したところ、終点までに20mLを要した。硫酸鉄(II)のモル濃度として最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。

7 mol/L

- ① 0.021
- ② 0.13
- ③ 0.48
- ④ 0.75

(下書き用紙)

化学基礎・化学の試験問題は次に続く。

第2問 次の各問い(問1～6)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

問1 図1は、ある物質を $1.013 \times 10^5 \text{Pa}$ のもとで加熱したときの、加えた熱量と温度の関係を示したものである。これに関する記述として誤りを含むものを、下の①～④のうちから一つ選べ。

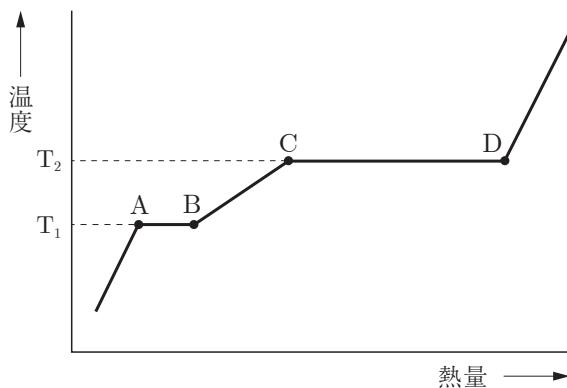


図 1

- ① AB間では固体と液体が，CD間では液体と気体がそれぞれ共存している。
- ② 温度 T_1 は融点， T_2 は沸点である。
- ③ AB間，CD間でそれぞれ温度が上昇していないのは，加えられた熱エネルギーのすべてが状態変化に使われているためである。
- ④ C点とD点で，この物質の質量および体積を比較するといずれもD点のほうが大きい。

問2 温度 27°C ，大気圧 $1.04 \times 10^5 \text{Pa}$ のもとで，図2のように，酸素を水上置換で捕集し，容器内の水位と水槽の水位を一致させて体積を測定したところ， 500mL であった。捕集した酸素の質量は何gか。最も適当な数値を，下の①～④のうちから一つ選べ。ただし，原子量は $\text{O} = 16$ ， 27°C での水蒸気圧を $4.0 \times 10^3 \text{Pa}$ ，気体定数 $R = 8.3 \times 10^3 \text{Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ とする。 2 g

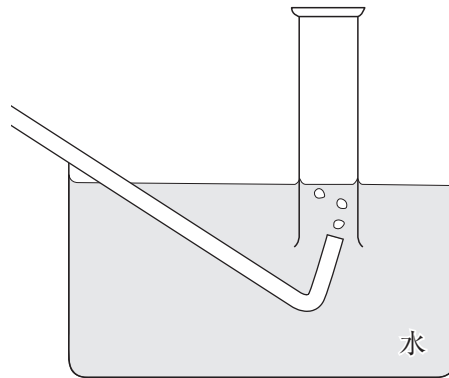


図 2

① 0.32

② 0.64

③ 0.96

④ 1.3

化学基礎・化学

問3 図3は、100gの水に非電解質Xを0.010mol溶解した水溶液の冷却曲線を示す。

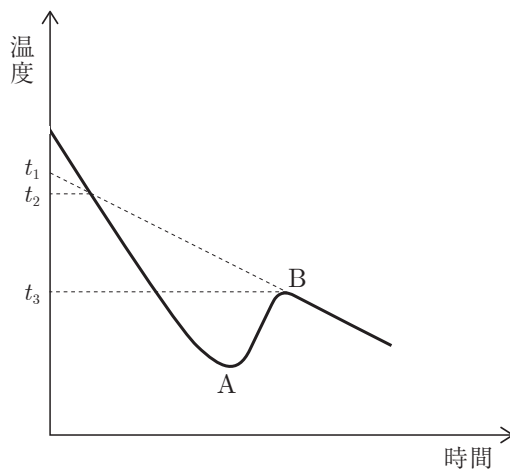


図 3

図中より、液体が凝固し始める点、およびこの水溶液の凝固点を選んだ組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 3

	凝固し始める点	水溶液の凝固点
①	A	t_1
②	A	t_2
③	A	t_3
④	B	t_1
⑤	B	t_2
⑥	B	t_3

問4 次の水溶液ア～ウを25℃における浸透圧が大きい順に並べるとどうなるか。最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、電解質は水溶液中で完全に電離しているものとする。 4

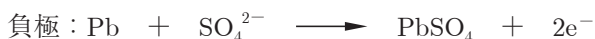
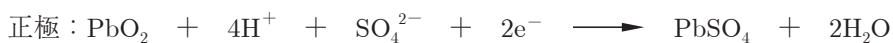
ア 0.1mol/Lの塩化ナトリウム水溶液

イ 0.2mol/Lの硫酸ナトリウム水溶液

ウ 0.3mol/Lの尿素水溶液

- ① ア > イ > ウ ② ア > ウ > イ ③ イ > ア > ウ
 ④ イ > ウ > ア ⑤ ウ > ア > イ ⑥ ウ > イ > ア

問5 鉛蓄電池に関する下の問い(a・b)に答えよ。なお、鉛蓄電池の両極の反応は次の通りである。



a 次の記述①～④のうちから、誤りを含むものを一つ選べ。 5

- ① 鉛蓄電池を充電する際は、外部電源の負極を鉛蓄電池の負極に接続する。
 ② 放電すると、電解液の密度が減少する。
 ③ 電解液中の SO_4^{2-} の物質量は、放電中は減少するが、充電中は増加する。
 ④ 放電時に水素は発生しないので、電解液中の水素イオンの物質量は変化しない。

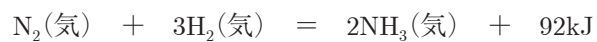
b この鉛蓄電池を一定の電流で9650秒放電させたところ、負極の質量が9.6g増加した。流れた電流の値[A]として最も適当な値を、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、原子量はO=16, S=32, ファラデー定数は $9.65 \times 10^4 \text{C/mol}$ であるとする。 6 A

- ① 0.50 ② 1.0 ③ 2.0 ④ 4.0

化学基礎・化学

問6 次の熱化学方程式で表される反応が、ある温度、圧力の下で平衡状態にあるとき、アンモニアの生成量を減少させる操作を、下の①～④のうちから一つ選べ。

7



- ① 窒素を加える。
- ② アンモニアを取り除く。
- ③ 温度を一定に保った上で、圧力を大きくする。
- ④ 圧力を一定に保った上で、温度を高くする。

(下書き用紙)

化学基礎・化学の試験問題は次に続く。

第3問 次の各問い(問1～5)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 20)

問1 ハロゲンに関する記述として誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① ヨウ化カリウム水溶液に塩素を通じると、水溶液が褐色になる。
- ② ヨウ素は、水よりもベンゼンに溶けやすい。
- ③ フッ化銀は塩化銀やヨウ化銀よりも水に溶けにくい。
- ④ ハロゲン化水素は、室温ではいずれも無色の気体である。

問2 図1に示す実験装置を用いて、銅と希硝酸を反応させ、気体を発生させた。発生した気体に当てはまる記述として最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。

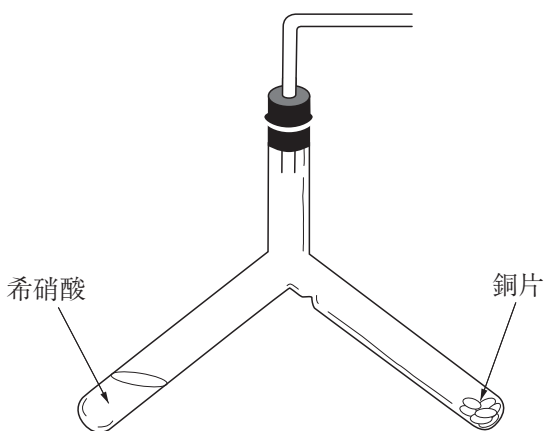


図 1

- ① 下方置換で捕集するのが適している。
- ② 酸素とは常温で容易に反応する。
- ③ 赤褐色で刺激臭をもつ。
- ④ 水に溶けて酸性を示す。

問3 次の反応①～④のうちから、鍾乳洞の形成に最も関係の深いものを一つ選べ。

3

- ① $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$
 ② $\text{CaO} + 2\text{HCl} \longrightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 ③ $\text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{CaSO}_4 + 2\text{HCl}$
 ④ $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$

問4 次の記述ア～ウのうちからアルミニウムと亜鉛に共通した性質を選んだ組合せとして最も適当なものを、下の①～⑦のうちから一つ選べ。

4

- ア 酸化物は水に溶けにくい白色の粉末である。
 イ 水酸化物は酸や強塩基の水溶液のいずれにも溶ける。
 ウ 水酸化物は水に溶けにくいですが、アンモニア水を過剰に加えると溶解する。

- ① アのみ ② イのみ ③ ウのみ ④ アとイ
 ⑤ アとウ ⑥ イとウ ⑦ アとイとウ

問5 鉄に関する記述として誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

5

- ① 鉄鉱石をコークス、石灰石とともに溶鉱炉に入れて、加熱した空気を送ると、鉄鉱石が一酸化炭素により還元されて、銑鉄と呼ばれる鉄が得られる。
 ② 鉄を空気中に放置して赤さびが形成されるとき、空気中の酸素が酸化剤としてはたらいっている。
 ③ 鉄は濃硝酸に接すると、激しく反応して溶解する。
 ④ 鉄は亜鉛めっきすると、さびにくくなる。

第4問 次の各問い(問1～10)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 30)

問1 炭化水素に関する記述として誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① メタンと塩素の混合気体に光を照射すると置換反応が起こる。
- ② プロパンには構造異性体が存在しない。
- ③ プロペンには幾何異性体が存在する。
- ④ アセチレン分子では炭素原子、水素原子が同一直線上に存在する。

問2 気体の鎖式炭化水素2.8Lを完全燃焼したところ、二酸化炭素8.4Lが得られた。また、別にこの気体5.6Lを触媒を用いて水素と反応させると、11.2Lの水素が消費された。この炭化水素の分子式として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、気体の体積はすべて標準状態(0℃, 1.0×10^5 Pa)における値とする。

- ① C_2H_2
- ② C_2H_4
- ③ C_3H_4
- ④ C_3H_6
- ⑤ C_4H_6
- ⑥ C_4H_8

問3 エチレン、アセチレン、および2-ブテンに、それぞれ適当な条件で水1分子を付加させると、エチレンからは化合物アが、アセチレンからは化合物イが、2-ブテンからは化合物ウがそれぞれ生成した。化合物ア、イ、ウに関する記述として誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 化合物ア、イ、ウのいずれにも不斉炭素原子は存在しない。
- ② 化合物イのみが銀鏡反応を示す。
- ③ 化合物ア、イ、ウはいずれもヨードホルム反応を示す。
- ④ 硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液で酸化すると、化合物アとイからは酸性の物質が得られる。

問4 フマル酸に関する記述として誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

4

- ① 分子間でのみ水素結合を形成している。
- ② 加熱すると分子内で脱水して酸無水物を生成する。
- ③ 触媒存在下で水素と反応する。
- ④ 1 mol を完全燃焼すると二酸化炭素と水が 2 : 1 で生成する。

問5 油脂に関する記述として誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

5

- ① 油脂は高級脂肪酸とグリセリンとのエステルである。
- ② 脂肪油にニッケルを触媒として水素を付加させると、融点が低くなる。
- ③ 分子内に炭素原子間の二重結合を多く含む油脂は塗料や印刷インキなどの原料に用いられる。
- ④ 油脂を水酸化ナトリウム水溶液でけん化するとセッケンが得られる。

化学基礎・化学

問6 ニトロベンゼンの合成実験に関する次の文章中の **ア** ~ **ウ** に当てはまるものの組合せとして最も適当なものを、下の①~⑧のうちから一つ選べ。

6

ベンゼンに濃硫酸と濃硝酸の混合物を加えて約60℃で反応させると、**ア** 反応が進行してニトロベンゼンが生成する。反応液をビーカー中の冷水に注ぐと **イ** 色のニトロベンゼンが **ウ**。

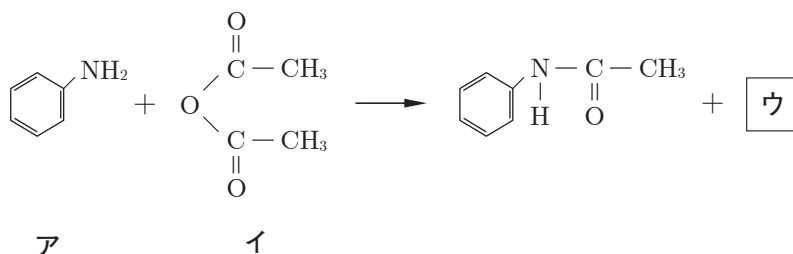
	ア	イ	ウ
①	置換	黄	水に浮く
②	置換	黄	底に沈む
③	置換	黒	水に浮く
④	置換	黒	底に沈む
⑤	付加	黄	水に浮く
⑥	付加	黄	底に沈む
⑦	付加	黒	水に浮く
⑧	付加	黒	底に沈む

問7 フェノールに関する次の記述中の下線部①~⑤のうちから、誤りを含むものを一つ選べ。 **7**

フェノールは分子式① C_6H_6O の芳香族化合物で、特有の刺激臭をもつ無色の② 固体 である。フェノールはアルコールと同様ヒドロキシ基をもつため、金属ナトリウムと反応して③ 水素 を発生するが、アルコールとは異なり、フェノールのヒドロキシ基は水溶液中で電離して④ 強酸性 を示す。また、塩化鉄(Ⅲ)の薄い水溶液を加えると、⑤ 紫色 に呈色する。

問8 次の反応に関する記述として正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

8



- ① この反応では、化合物アのアミノ基の水素がアセチル基で置換されている。
- ② 化合物イは無水酢酸で、水によく溶けて酸性を示す液状の物質である。
- ③ アセトアニリドは、アミド結合をもち、水に溶けて塩基性を示す物質である。
- ④ アセトアニリドとともに生成する化合物ウは水である。

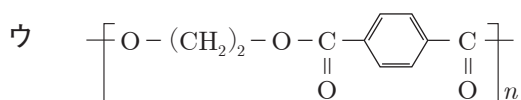
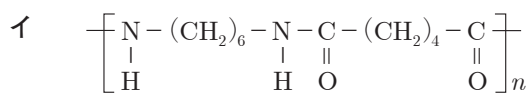
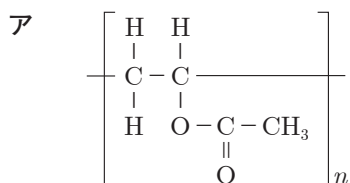
問9 多糖類に関する記述として誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

9

- ① デンプンとセルロースはともにヨウ素-ヨウ化カリウム水溶液で紫色に呈色する。
- ② デンプンには温水に溶ける鎖状のアミロースと、温水に溶けにくい枝分かれをもつアミロペクチンがある。
- ③ グリコーゲン、エネルギー源として動物の体内に蓄えられる。
- ④ セルロース分子は、分子間で多くの水素結合を形成している。

化学基礎・化学

問10 二つの官能基から水のようなかんたんな分子がとれて結合する反応を縮合といい、縮合が次々に起こって高分子化合物ができる反応を縮合重合という。次のア～ウの構造式で表される高分子化合物のうち、縮合重合で生成したものはどれか。最も適当なものを、下の①～⑦のうちから一つ選べ。 10



- ① アのみ ② イのみ ③ ウのみ ④ アとイ
 ⑤ アとウ ⑥ イとウ ⑦ アとイとウ