

化学基礎・化学

(全問必答)

第1問 次の各問い(問1～6)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 同族元素でない組合せ。

- ① NとSn ② OとS ③ CaとSr ④ BとAl

b イオン化エネルギーが最も大きい原子。

- ① Na ② N ③ F ④ Ca

c 正四面体形でない分子・イオン。

- ① メタン ② アンモニア
③ アンモニウムイオン ④ テトラアンミン亜鉛(Ⅱ)イオン

問2 ^{13}C 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 ^{12}C と同位体の関係にある
② 中性子を7つもつ
③ 化学的性質は ^{12}C とほぼ同じである
④ 原子の質量は ^{12}C と等しい

問3 18gのグルコース $C_6H_{12}O_6$ を100gの水に溶かした溶液の密度が d [g/cm^3] であるとき、この水溶液のモル濃度 [mol/L] を表す式として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、原子量は $H=1.0$, $C=12$, $O=16$ とする。 5

- ① $\frac{0.85}{d}$ ② $0.10d$ ③ $0.85d$ ④ $\frac{1.0}{d}$

問4 電離度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。

6

- ① 水溶液中でほとんど完全に電離している酸や塩基を、それぞれ強酸、強塩基という。
- ② 同一濃度における弱酸の電離度は、温度によって異なる。
- ③ 1価の弱酸水溶液のモル濃度を c [mol/L]、電離度を α とすると、水素イオン濃度は $c\alpha$ [mol/L] である。
- ④ 同一温度において、1価の弱酸水溶液を2倍に薄めると、水素イオン濃度は $\frac{1}{2}$ になる。

問5 0.020mol/Lの希硫酸200mLを0.020mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液200mLと混合した。このときのpHの値として最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、混合後の溶液の体積は混合前のそれぞれの体積の和とし、必要があれば $\log_{10}2 = 0.30$ を用いよ。 7

- ① 1.7 ② 2.0 ③ 2.3 ④ 2.7

問6 次の化学反応式①～④のうちから、下線部の原子の酸化数が最も減少しているものを一つ選べ。 8

- ① $SO_2 + 2H_2\underline{S} \longrightarrow 3S + 2H_2O$
- ② $H_2O_2 + 2K\underline{I} \longrightarrow 2KOH + I_2$
- ③ $3Cu + 8H\underline{N}O_3 \longrightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 4H_2O + 2NO$
- ④ $Na_2SO_3 + H_2\underline{S}O_4 \longrightarrow SO_2 + H_2O + Na_2SO_4$

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の装置を用いて、硝酸ナトリウム水溶液と塩化銅(Ⅱ)水溶液を1.00Aで 1.93×10^4 秒間電気分解した。これに関する次の問い(a・b)に答えよ。

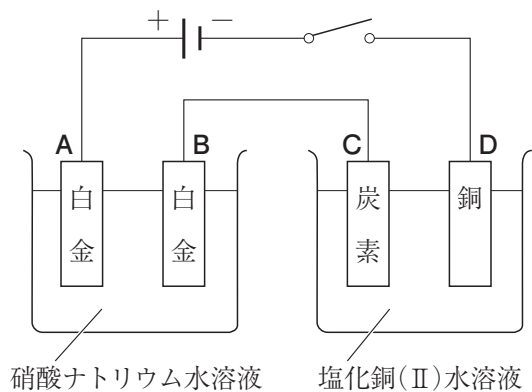


図 1

a 電気分解によって電極A付近のpHはどうか。また電極Cから発生した気体は何か。その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。

	電極A付近のpH	電極Cから発生した気体
①	大きくなる	酸素
②	大きくなる	塩素
③	変わらない	酸素
④	変わらない	塩素
⑤	小さくなる	酸素
⑥	小さくなる	塩素

b 電気分解によって電極Dの質量はどうか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、原子量はCu = 63.5、ファラデー定数は $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ であるとする。 2

- ① 12.7g減少する ② 6.35g減少する ③ 変化しない
 ④ 6.35g増加する ⑤ 12.7g増加する

問2 気体分子の熱運動に関する次の記述ア～ウについて、正誤の組合せとして正しいものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。 3

- ア 気体分子が拡散するのは、気体分子が熱運動をしているためである。
 イ 温度が高いほど、気体分子の熱運動は激しい。
 ウ 温度が同じであれば、個々の気体分子の運動エネルギーはどれも等しい。

	ア	イ	ウ
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

化学基礎・化学

問3 図2のように、水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、 V [L] であった。また、温度は T [K]、大気圧は P [Pa] であった。捕集した水素の質量 [g] はいくらか。最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。ただし、原子量は $H=1.0$ 、 T [K] における水蒸気圧を p_w [Pa]、気体定数を R [Pa・L/(mol・K)] とする。 4 g

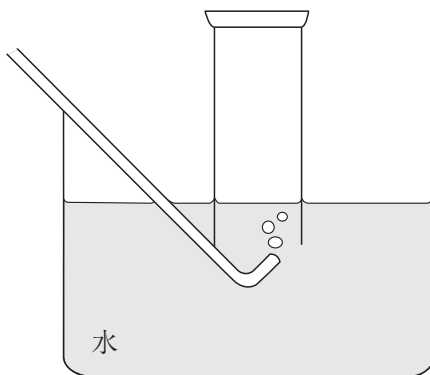


図 2

① $\frac{(P - p_w)V}{RT}$

② $\frac{2.0(P - p_w)V}{RT}$

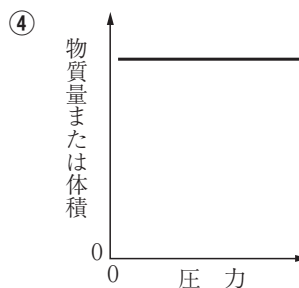
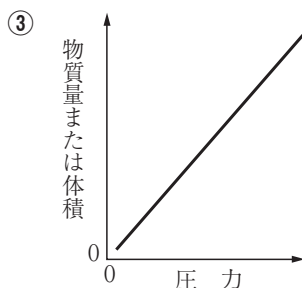
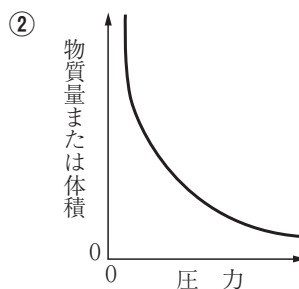
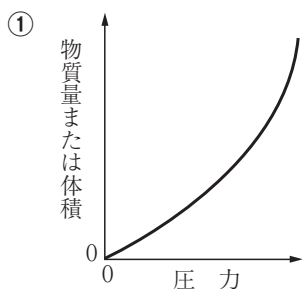
③ $\frac{(P + p_w)V}{RT}$

④ $\frac{2.0(P + p_w)V}{RT}$

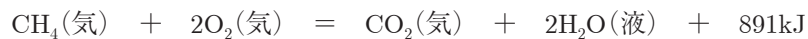
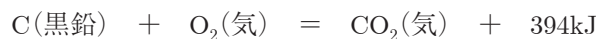
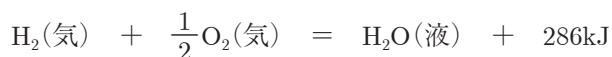
問4 気体の溶解に関する次の記述ア、イに当てはまるグラフとして最も適当なものを、下の①～④のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

ア 温度一定下で、一定量の水に溶解する窒素の物質質量と圧力の関係を表したものの。 5

イ 温度一定下で、一定量の水に溶解する窒素の体積を溶かしたときの圧力のもとで表したものの。 6



問5 水素、黒鉛、メタンの燃焼熱はそれぞれ次の熱化学方程式で表される。



メタンの生成熱 [kJ/mol] 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 kJ/mol

① -211

② -75

③ 75

④ 211

化学基礎・化学

問6 図3は、熱化学方程式 $aA(\text{気}) + bB(\text{気}) = cC(\text{気}) + Q\text{kJ}$ で表される反応が平衡状態に達したときの圧力・温度と全体に対する気体Cの体積の割合(%)を示したものである。反応式の係数 a , b , c の間に成り立つ関係および反応熱 Q の正負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。

8

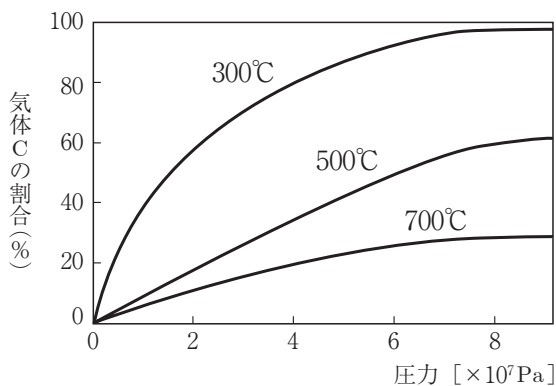


図 3

	係数 a, b, c	反応熱 Q
①	$a + b > c$	$Q > 0$
②	$a + b = c$	$Q > 0$
③	$a + b < c$	$Q > 0$
④	$a + b > c$	$Q < 0$
⑤	$a + b = c$	$Q < 0$
⑥	$a + b < c$	$Q < 0$

第3問 次の各問い(問1～3)に答えよ。〔解答番号 1 ～ 5〕 (配点 20)

問1 塩素に関する次の問い(a・b)に答えよ。

a 図1は塩素の実験室的製法を、図2は発生した気体の捕集装置をそれぞれ示したものである。液体ア、液体イ、捕集装置ウ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。 1

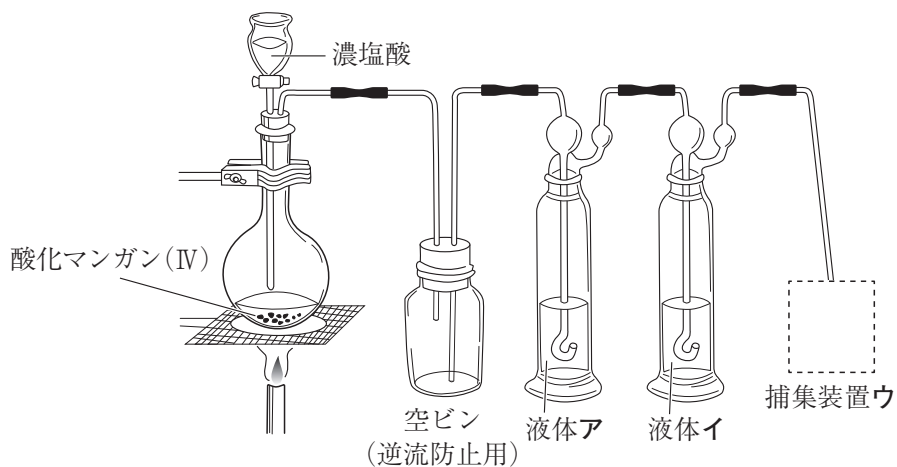


図 1

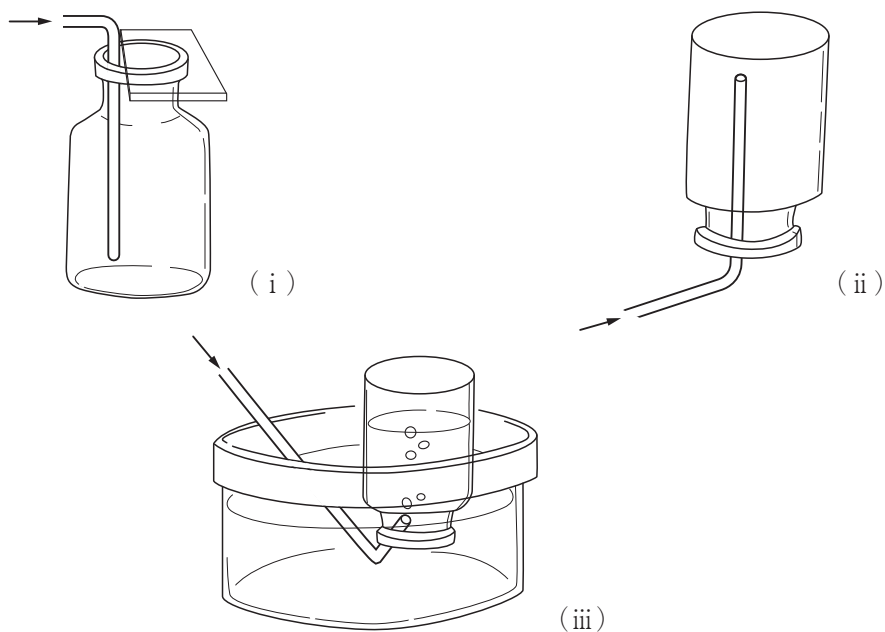


図 2

	液体ア	液体イ	捕集装置ウ
①	水	濃硫酸	(i)
②	水	濃硫酸	(ii)
③	水	濃硫酸	(iii)
④	濃硫酸	水	(i)
⑤	濃硫酸	水	(ii)
⑥	濃硫酸	水	(iii)

b 塩素の性質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。 2

- ① 黄緑色の有毒な気体で、刺激臭がある。
- ② 加熱した銅やナトリウムと激しく反応する。
- ③ 冷水と激しく反応して、酸素を発生する。
- ④ 湿ったヨウ化カリウムデンプン紙を青色にする。

問2 次の記述①～④のうち、AlとZnに共通する性質でないものを一つ選べ。

3

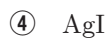
- ① 単体は塩酸に水素を発生して溶ける。
- ② 単体は水酸化ナトリウム水溶液に水素を発生して溶ける。
- ③ 水酸化物は白色で水に溶けにくいですが、塩酸にも水酸化ナトリウム水溶液にも溶ける。
- ④ 水溶液中のイオンにアンモニア水を加えると沈殿を生じるが、過剰に加えると沈殿が溶ける。

化学基礎・化学

問3 次の記述ア、イに当てはまる化合物を、下の①～⑥のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

ア 淡黄色の粉末で水に溶けにくく、アンモニア水にはわずかに溶ける。感光性があるため写真フィルムに利用されている。

イ 黒色の粉末で、水に溶けにくいですが希硫酸に溶けて青色の溶液となる。



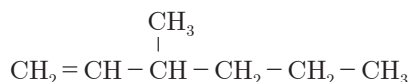
第4問 次の各問い(問1～9)に答えよ。〔解答番号 1 ～ 10〕 (配点 30)

問1 以下の条件ア、イを満たす炭化水素を下の①～④のうちから一つ選べ。 1

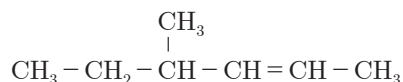
ア 分子内に不斉炭素原子をもつ

イ 水素を1分子付加させた生成物は不斉炭素原子をもたない

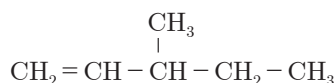
①



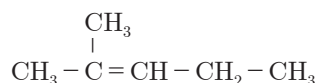
②



③



④



問2 炭化水素に関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 2

- ① 分子式 C_nH_{2n} で表される炭化水素には、二重結合をもつものはない。
- ② エチレンを構成する6個の原子は全て同一平面上にある。
- ③ プロピン分子を構成する7個の原子のうち、3個が一直線上に並んでいる。
- ④ 分子式 C_5H_{12} で表される炭化水素の三つの構造異性体のうち、最も沸点が低いのは、直鎖状のペンタンである。

問3 エタノールとジメチルエーテル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。 3

- ① エタノールとジメチルエーテルは、ともに分子式 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ で表される異性体である。
- ② エタノールの方がジメチルエーテルよりも沸点が高い。
- ③ エタノールとジメチルエーテルはいずれも水によく溶ける。
- ④ エタノールは金属ナトリウムと反応して水素を発生するが、ジメチルエーテルは金属ナトリウムとは反応しない。

問4 次の化合物ア～ウのうちからヨードホルム反応を示すものの組合せとして最も
 適当なものを、下の①～⑦のうちから一つ選べ。 4

ア $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ イ $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$ ウ CH_3COCH_3

- 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 分子式 $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ で示されるエステルのうち、加水分解によって還元性を示すカルボン酸と、酸化するとアルデヒドを生じるアルコールが得られるものの示性式として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 5

- ① $\text{HCOOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ ② $\text{HCOOCH}(\text{CH}_3)_2$
 ③ $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3$ ④ $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOCH}_3$

問6 ベンゼンに関する次の記述中の下線部①～④のうちから、誤りを含むものを一つ選べ。 6

ベンゼンは分子式 C_6H_6 で表される炭化水素で、石油から生産されるほか、
 ① エチレンの3分子重合でも得られる無色で特有のにおいをもつ液体である。
 ベンゼン分子中の原子はすべて ② 同一平面上にあり、 ③ 炭素原子間の距離はいずれも等しい。 ベンゼン環は安定な構造で、④ アルケンやアルキンに比べて付加反応をおこしにくく、置換反応が起こりやすい。

化学基礎・化学

問7 図1は、ベンゼンから得られる有機化合物ア～カの合成経路図である。これに関する記述として誤りを含むものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。 7

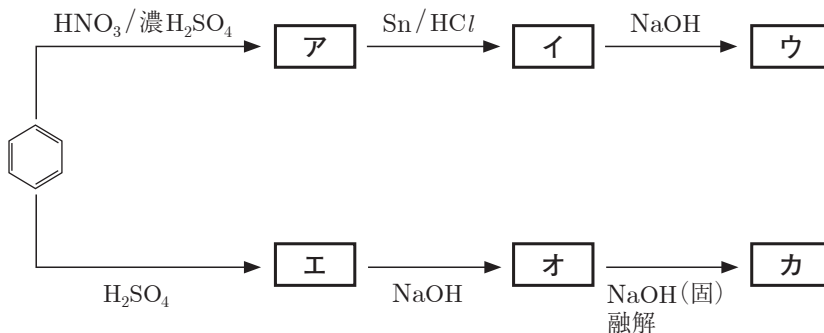


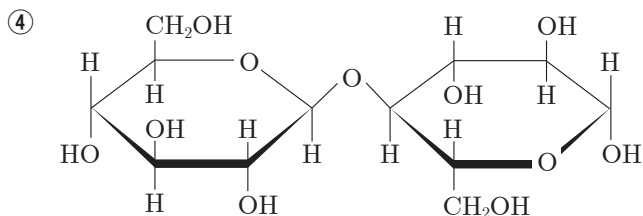
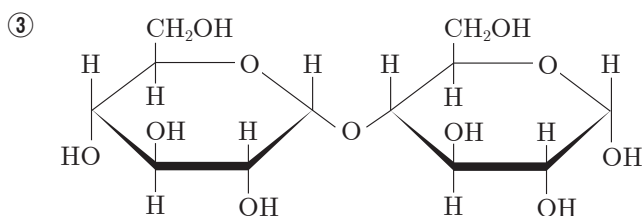
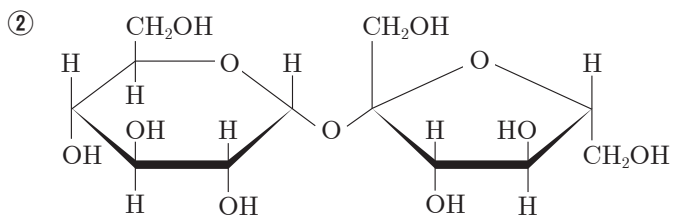
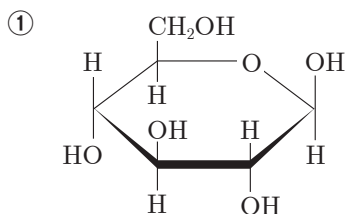
図 1

- ① 水に溶かしたとき、E は強酸性を示す。
- ② 水に溶かしたとき、U は弱塩基性を示す。
- ③ U を加熱しながら、塩酸と亜硝酸ナトリウムを反応させると塩化ベンゼンジアゾニウムが生成する。
- ④ A が I に変化する際に、Snが還元剤として作用している。
- ⑤ K の水溶液に二酸化炭素を吹き込むとフェノールが得られる。

問 8 下に示す糖①～④のうちから、マルターゼの基質となるものとスクラーゼの基質となるものを、それぞれ一つずつ選べ。

マルターゼの基質となるもの。 8

スクラーゼの基質となるもの。 9



化学基礎・化学

問9 アミノ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。 10

- ① すべての α -アミノ酸は光学異性体をもつ。
- ② アミノ酸の多くは、融点が高く、水に溶けやすい。
- ③ アミノ酸は、分子中に酸性の基と塩基性の基をもつ両性化合物である。
- ④ アミノ酸にニンヒドリン水溶液を加えて温めると、紫色に呈色する。