

# 平成30年度 入学試験問題

## 医学部 (I期)

### 理科

#### 注意事項

1. 試験時間 平成30年1月26日、午後1時30分から3時50分まで
  2. 配付した試験問題(冊子)、解答用紙の種類はつぎのとおりです。
    - (1) 試験問題(冊子、左折り)(表紙・下書き用紙付)
      - 化学(その1)、(その2)
      - 生物(その1)、(その2)
      - 物理(その1)、(その2)
    - (2) 解答用紙
      - 化学(その1) 1枚(上端赤色)(右肩落し)
      - ” (その2) 1枚(上端赤色)(左肩落し)
      - 生物(その1) 1枚(上端緑色)(右肩落し)
      - ” (その2) 1枚(上端緑色)(左肩落し)
      - 物理(その1) 1枚(上端青色)(右肩落し)
      - ” (その2) 1枚(上端青色)(左肩落し)
- 以上の中から選択した2分野(受験票に表示されている)が配付されています。
3. 下書きが下書き用紙で足りなかったときは、試験問題(冊子)の余白を使用して下さい。
  4. 試験開始2時間以降は退場を許可します。但し、試験終了10分前からの退場は許可しません。
  5. 受験中にやむなく途中退室(手洗い等)を望むものは挙手し、監督者の指示に従って下さい。
  6. 休憩のための途中退室は認めません。
  7. 退場の際は、この試験問題(冊子)を一番上にのせ、挙手し、監督者の許可を得てから、試験問題(冊子)、受験票、下書き用紙および所持品を携行の上、退場して下さい。
  8. 試験終了のチャイムが鳴ったら、直ちに筆記をやめ、おもてのまま上から解答用紙(選択した2分野の解答用紙、計4枚、化学(その1)、化学(その2)、生物(その1)、生物(その2)、物理(その1)、物理(その2))、試験問題(冊子)の順にそろえて確認して下さい。

確認が終っても、指示があるまでは席を立たないで下さい。
  9. 試験問題(冊子)はお持ち帰り下さい。

# 化 学 (その1)

## 注 意 事 項

1. 解答は所定の解答用紙の解答欄に記入せよ。
2. 問題 **1** ~ **4** を通じ、その必要があれば、次の数値を用いよ。
3. 原子量 H : 1.00, C : 12.0, O : 16.0, Al : 27.0, Cl : 35.5, Cu : 63.5, Ag : 108

**1** 次の文を読み、問に答えよ。

動物は、グルコースを利用して解糖系-クエン酸回路により、ATP を合成しエネルギー源としている。グルコースが不足すると、まず肝臓に貯蔵されていたグリコーゲンを分解してグルコースを作り、血糖値を維持し、次いでタンパク質からグルコースを作る糖新生の経路が活性化して血糖値を維持する。貯蔵脂肪は必要時に脂肪酸として血液中に放出され、細胞に取り込まれ、ミトコンドリア内でβ酸化され、アセチル CoA となる過程でエネルギーを産生する。アセチル CoA がクエン酸回路に入るためには、オキサロ酢酸が必要となるため、動物では、脂質は実質的な糖新生の材料とはならない。

一方、植物細胞には、脂質から糖新生への経路がある。植物細胞では、クエン酸回路の迂回経路として以下の反応がある。まずイソクエン酸がグリオキシル酸とコハク酸へと分裂する。グリオキシル酸は、リンゴ酸シンターゼの作用でアセチル CoA と反応し、リンゴ酸へと合成される。その後リンゴ酸はオキサロ酢酸へと代謝される。コハク酸はフマル酸へと代謝され、次いでリンゴ酸へと代謝された後、オキサロ酢酸を生じる。オキサロ酢酸はピルビン酸へと代謝され、糖新生の材料となる。

植物細胞では、カルビン経路の中間代謝産物から生じたグリコール酸が酸化してグリオキシル酸となり、これにアミノ基が転移し、グリシンが合成される経路がある。タデ科やアカザ科の植物にナトリウム塩やカルシウム塩として多く含まれるシュウ酸は、グリオキシル酸が酸化することで生じる。シュウ酸は2価の酸あるいは還元剤として作用する。シュウ酸は、( A )イオンと結合し、尿中で結晶となり尿路結石の原因となることがある。また、還元作用を持つため硫酸酸性水溶液中で過マンガン酸カリウムと反応し、水と二酸化炭素を生じる。シュウ酸は2価の酸であるため水溶液中で下記の2段階に電離する。それぞれの25℃での電離定数を示す。

$$\text{第1段階 } K_1 = 5.5 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$$

$$\text{第2段階 } K_2 = 5.2 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$

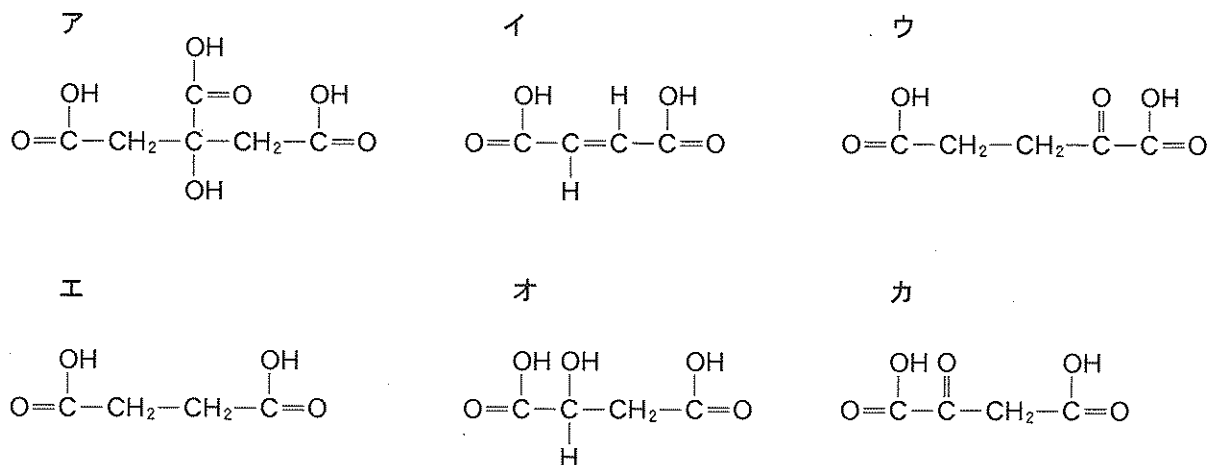


図 1

- 問 1 リンゴ酸は図 1 のア～カのうちどれか。記号で記せ。
- 問 2 シュウ酸の構造式を例にならって記せ。
- 問 3 グリコール酸の構造式を例にならって記せ。
- 問 4 グリオキシル酸の構造式を例にならって記せ。
- 問 5 A に当てはまる元素の名称を記せ。
- 問 6 下線部 1 の反応は、脱炭酸反応、加水分解反応、脱水反応、のうちどれか。選んで記せ。
- 問 7 下線部 2 の化学反応式を完成させよ。



- 問 8 2 価の酸の水素イオン濃度を求める際に、第 2 電離定数  $K_2$  が第 1 電離定数  $K_1$  より 10000 倍以上小さい場合は、第 2 電離定数  $K_2$  を無視して、 $[\text{H}^+] = \sqrt{C \times K_1}$  で近似することが可能である。しかし、シュウ酸のように第 2 電離定数が大きい場合には、厳密に第 2 電離定数による効果を含めた計算が必要となり、 $K_1$ 、 $K_2$ 、 $K_w$ (水のイオン積)、および  $C$ (濃度 mol/L) を用いて、4 次式で表すことができる。式を完成させよ。

$$[\text{H}^+]^4 + \square [\text{H}^+]^3 + \square [\text{H}^+]^2 - \square [\text{H}^+] - \square = 0$$

- 問 9 1.0 mol/L シュウ酸水溶液の pH を 5.0 に調整した。25 °C で、この水溶液中に存在するシュウ酸; シュウ酸水素イオン, シュウ酸イオン, のうち最も多いのはどの分子か, そしてそれは総和の何% を占めるか。答えは四捨五入により小数第 1 位まで記せ。

2

次の文を読み、問に答えよ。

核酸塩基とペントースが結合したものを(ア)とよび、それにリン酸が結合したものを(イ)と呼ぶ。(イ)同士がホスホジエステル結合したものが核酸である。

DNAを構成する塩基としてプリン塩基には(ウ)と(エ)があり、ピリミジン塩基には(オ)と(カ)とがある。2本鎖DNAでは、プリン塩基の1つとピリミジン塩基の1つが(キ)により相補鎖を形成しており、(ウ)と(オ)は(キ)が2つ、(エ)と(カ)は(キ)が3つある。

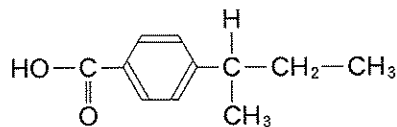
2本鎖DNAにおいて突然変異が生じる原因の一つとして、(カ)が脱アミノ化して(ク)へと変化する作用機構がある。(ク)は次のDNA複製時に(ウ)と相補鎖を形成する。もう一度DNA複製が起きると変異導入前は、(エ)―(カ)であったものが(ウ)―(オ)となる。この現象が以下の6塩基対からなる配列で起きると、変異前はAsnValであったものが、(ケ)へと変異する。

5' AATGTA 3' ← タンパク産物を規定する鎖。

3' TTACAT 5' ← mRNA合成の鋳型となる鎖。

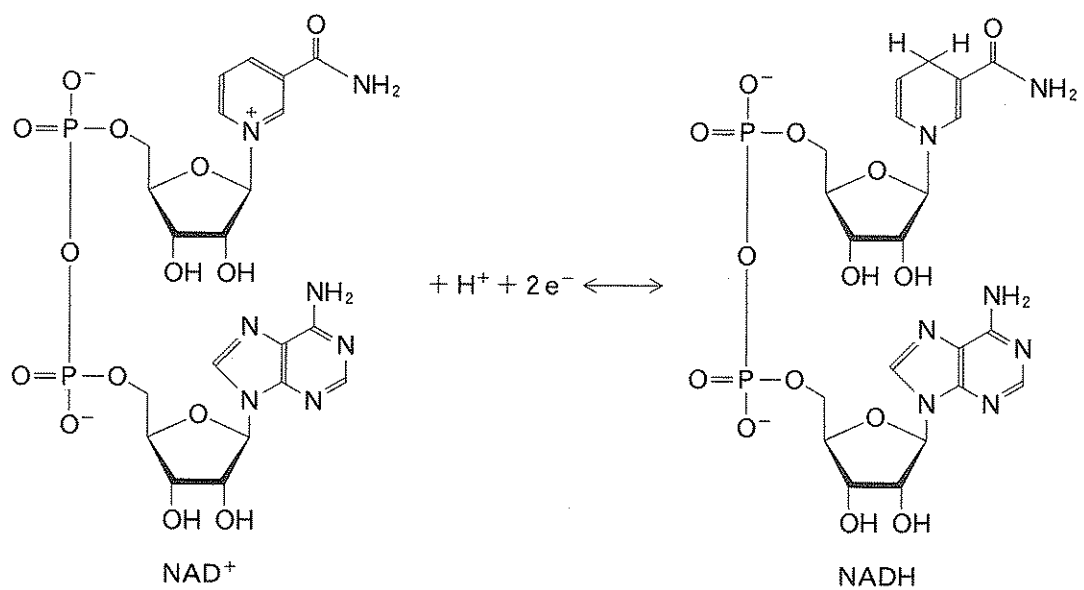
(イ)はリン酸供与体としてのアデノシン3リン酸(ATP)や、補酵素の一つであるニコチンアミドアデニンジヌクレオチド(NAD)を構成する材料となる。NADは図Aに示すように酸化型のNAD<sup>+</sup>あるいは還元型のNADHとなりうるため、酸化還元反応の補酵素として機能する。

構造式の例



コドン表は以下を使え。

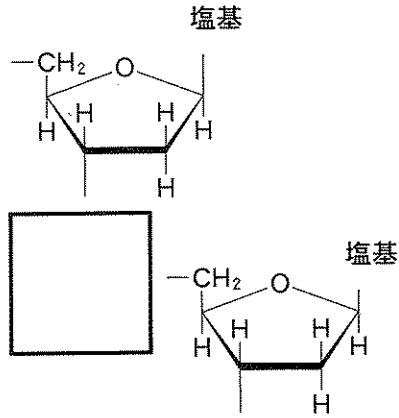
1 st	2 nd				3 rd
	U	C	A	G	
U	Phe	Ser	Tyr	Cys	U
	Phe	Ser	Tyr	Cys	C
	Leu	Ser	—	—	A
	Leu	Ser	—	Trp	G
C	Leu	Pro	His	Arg	U
	Leu	Pro	His	Arg	C
	Leu	Pro	Gln	Arg	A
	Leu	Pro	Gln	Arg	G
A	Ile	Thr	Asn	Ser	U
	Ile	Thr	Asn	Ser	C
	Ile	Thr	Lys	Arg	A
	Met	Thr	Lys	Arg	G
G	Val	Ala	Asp	Gly	U
	Val	Ala	Asp	Gly	C
	Val	Ala	Glu	Gly	A
	Val	Ala	Glu	Gly	G



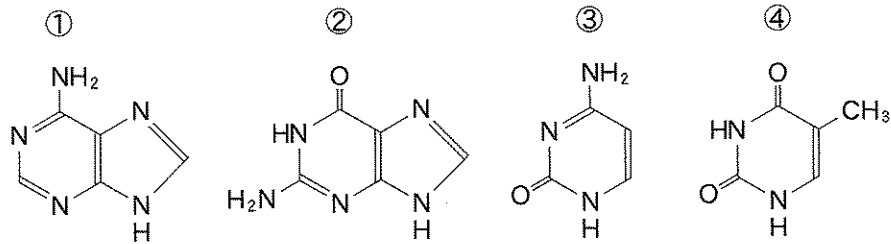
図A

問 1 (ア)~(ケ)にあてはまる語句を記せ。

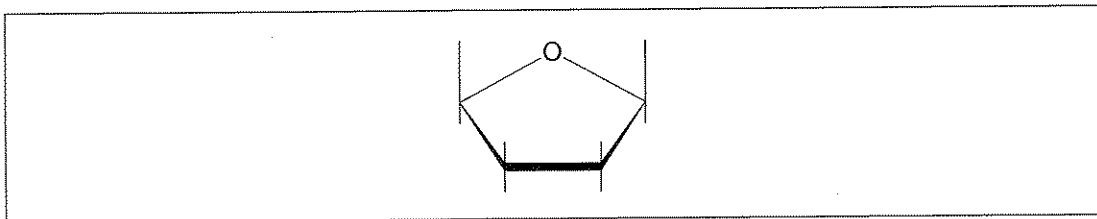
問 2 下図の□部分にあてはまるホスホジエステル結合の構造を例にならって記せ。



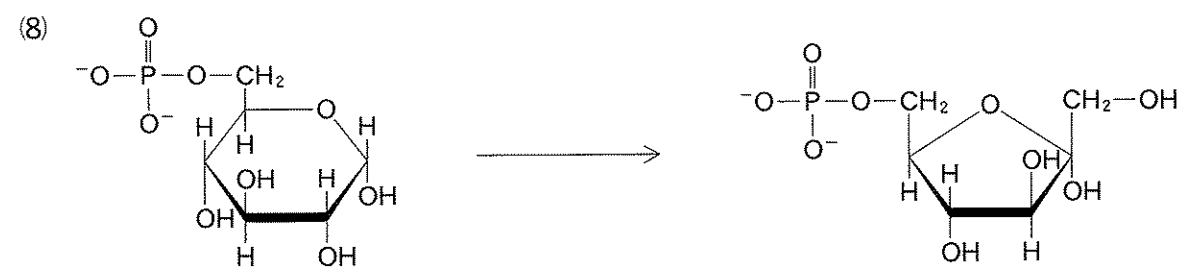
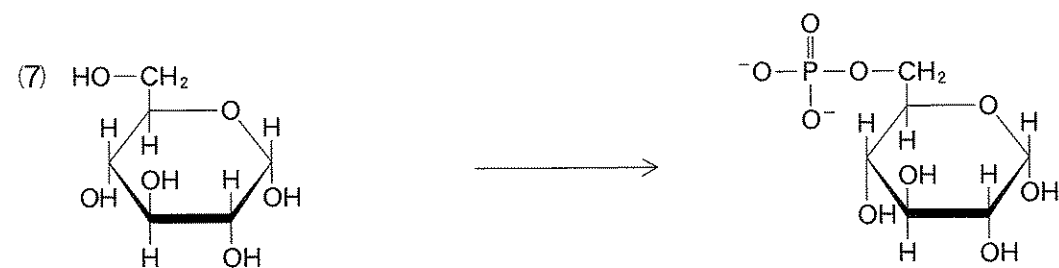
問 3 5' AGTCCG 3' に相補的な 6 塩基配列の塩基を次の①~④から選び、5' から 3' 方向へ並べ番号で記せ。

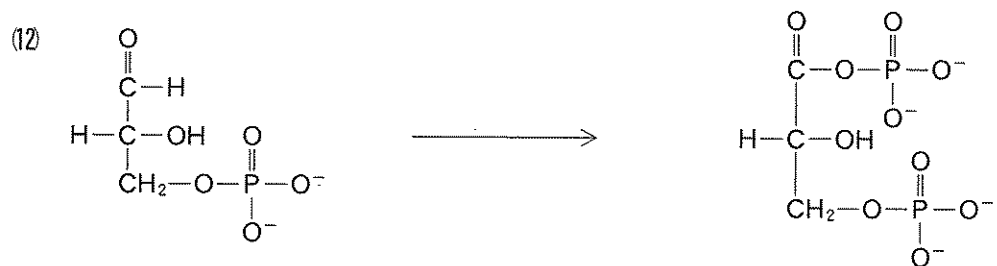
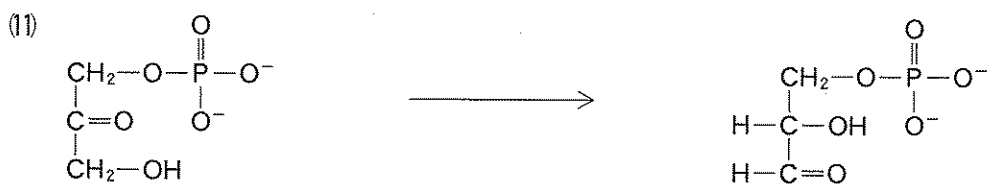


問 4 ATP の構造を完成させよ。構造式は例にならえ。



問 5 次に示す(1)~(8)の生体内での反応のうち、NAD を補酵素とする酸化還元反応を5つ選  
び、番号で記せ。







## 化 学 (その2)

3 以下の問題に答えよ。

問 1 炭酸ナトリウム( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )と、水酸化ナトリウム( $\text{NaOH}$ )の混合液 30 mL に対して、 $0.30 \text{ mol/L}$  の希塩酸( $\text{HCl}$ )を用いて滴定をおこなったところ、第 1 中和点までに 50 mL、第 2 中和点までに 70 mL を要した。混合液に含まれていた炭酸ナトリウムと水酸化ナトリウムの濃度はそれぞれ何  $\text{mol/L}$  か。四捨五入のうえ有効数字 2 桁で答えよ。

問 2 以下の a, b に適切な値を四捨五入のうえ有効数字 2 桁で答えよ。

面心立方格子を形成する金属であるアルミニウムの、単位格子の 1 辺の長さを  $4.0 \times 10^{-8} \text{ cm}$  とすると、 $1.0 \text{ cm}^3$  中には ( a ) 個のアルミニウム原子が含まれることになり、その密度は ( b )  $\text{g/cm}^3$  と求められる。なお、アボガドロ定数  $6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$  とする。

問 3 両極に白金板を用いた 1 槽の電解槽にて塩化銅(II)水溶液を電気分解したところ、陽極の白金板上に 21.3 g の塩素が発生した。陰極では何 g の銅が析出したか。四捨五入のうえ有効数字 3 桁で答えよ。ただし発生した塩素は水溶液には不溶とする。

問 4 1 mol のエタノールを完全燃焼させると 1368 kJ の熱を発生する。水の生成熱は 286 kJ/mol、エタノールの生成熱は 278 kJ/mol であるとき、黒鉛の燃焼熱 [kJ/mol] を整数で求めよ(小数点以下が出た場合は四捨五入せよ)。ただし、エタノールおよび水は液体、水素、酸素、および二酸化炭素は気体とする。

問 5 124 g のメタンとプロパンの混合気体を完全に燃焼させたところ、二酸化炭素と水が 4 : 7 の物質質量比で得られた。以下の設問に答えよ。

- 混合気体に含まれるメタンとプロパンの物質質量比を求めよ。
- 生成した二酸化炭素は何 g か。整数で答えよ(小数点以下が生じた場合には四捨五入せよ)。

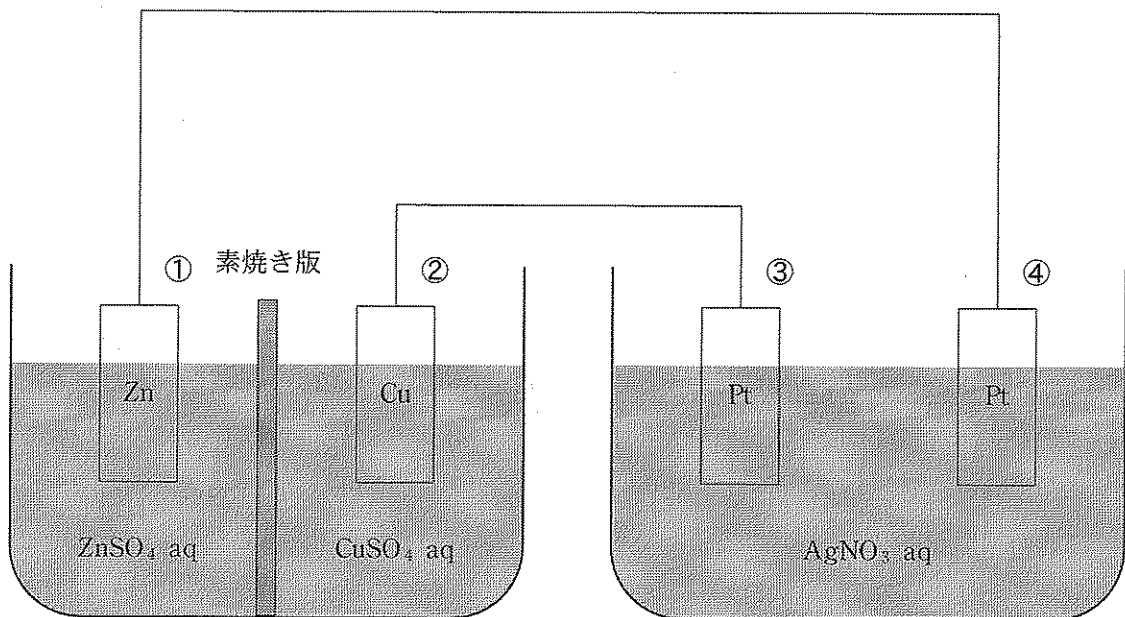
問 6 容積 1.5 L の真空容器に、ドライアイス 8.8 g をいれて密栓し、 $27^\circ\text{C}$  に保ったところ、ドライアイスがすべて気体になった。このときの容器内の圧力は何 Pa か。四捨五入のうえ有効数字 2 桁で答えよ。なお、気体定数  $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$  とする。

問 7 5.0 L の密閉容器に水素 6.0 mol、ヨウ素 3.0 mol を入れ、ある一定温度に保つと、ヨウ化水素 4.0 mol を生じ、下記の反応が平衡状態になった。



この温度における上記の反応式の平衡定数を四捨五入のうえ有効数字 2 桁で求めよ。

- 4 図のようなダニエル電池を電源とする電気分解装置を用いて硝酸銀水溶液を電気分解したところ、白金板に0.54 gの銀が析出した。以下の問いに答えよ。ただしファラデー定数  $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$  とする。



- 問 1 銀が析出した白金板電極の番号を①～④の数字で答えよ。
- 問 2 流れた電気量は何 C か。四捨五入のうえ有効数字 3 桁で答えよ。
- 問 3 ダニエル電池で正極となる電極の番号を①～④の数字で答えよ。
- 問 4 ダニエル電池の銅板電極では銅の質量が変化している。  
質量は何 g 変化したか、四捨五入のうえ有効数字 3 桁で答えよ。  
なお、銅板の変化を増加あるいは減少で答えよ。
- 問 5 電解槽ではある気体が発生した。気体が発生した電極の番号、発生した気体の名称(分子式)と標準状態での体積(L)を四捨五入のうえ有効数字 2 桁で答えよ。なお発生した気体は水溶液には不溶とし、標準状態における気体 1 mol の体積を 22.4 L とする。