

# ◇ 化 学

化 6-1~化 6-15 まで 15 ページあります。

必要があれば、原子量および定数は次の値を使うこと。

H=1.0, C=12, O=16, Al=27, Na=23, Cl=35.5, Ca=40

標準状態での気体の体積を 22.4 L/mol とする。

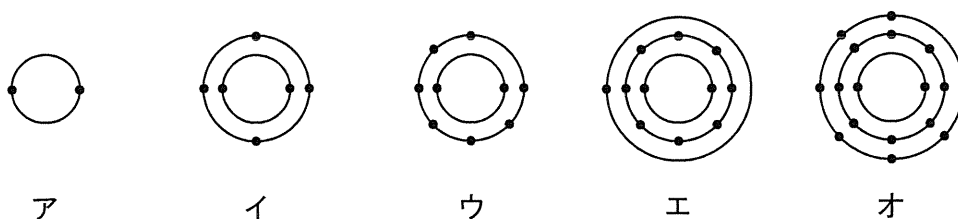
気体定数は  $R=8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{mol} \cdot \text{K})$

1 J (ジュール) = 1 C · V (クーロン · ボルト)

ファラデー定数は  $F=9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

**第 1 問** 次の問い(問 1~5)に答えよ。〔解答番号  ~  〕

問 1 次の電子配置をもつ原子ア~オに関する記述として正しいものを、下の①~⑤のうちから 1 つ選べ。



- ① 第一イオン化エネルギーは、アが最も大きい。
- ② イは、最も安定な電子配置を持つ。
- ③ ウの単体が水と反応すると水素が発生する。
- ④ エとオから組成比が 1 : 1 の共有結合の化合物ができる。
- ⑤ オは 1 価の陽イオンになりやすい。

問 2 分子の形が三角錐形である化合物として正しいものを、次の①~⑤のうちから 1 つ選べ。

- ① 水
- ② 二酸化炭素
- ③ エチレン
- ④ アンモニア
- ⑤ 硫化水素

問3 結晶に関する次の a~c の記述の正誤の組合せとして正しいものを、下の①~⑧のうちから1つ選べ。 3

- a 硫化亜鉛の結晶では、 $Zn^{2+}$  と  $S^{2-}$  の配位数はともに4である。
- b 固体のヨウ素は、共有結合の結晶である。
- c 結晶全体を原子核が移動できるので、金属は展性・延性を示す。

	a	b	c
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

問4 図1のように半透膜で仕切られた管がある。半透膜の左側には純水 500 mL, 右側には 1.0 mol/L のグルコース水溶液 500 mL が入っている。27°C, 大気圧下で放置するようになるか。最も適当なものを、下の①~⑤のうちから1つ選べ。 4

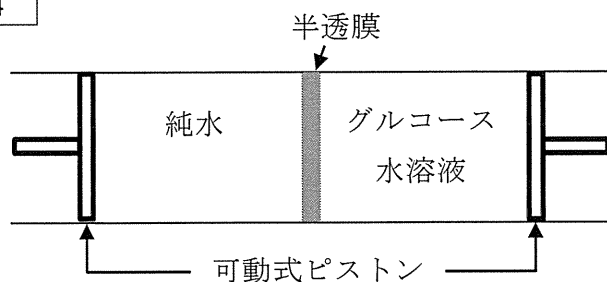


図1 半透膜で仕切られた管

- ① 左から右に水が移動し、グルコース水溶液の体積が1.2倍になる。
- ② 左から右に水が移動し、グルコース水溶液の体積が1.5倍になる。
- ③ 右から左に水が移動し、グルコース水溶液の体積が半分になる。
- ④ 純水がすべてグルコース水溶液側に移動する。
- ⑤ 特に変化は見られない。

問5 水溶液の調製および濃度に関する次の問い(a~c)に答えよ。

a 次の文中の空欄アに当てはまる数値とイに当てはまる器具の組合せとして最も適当なものを、下の①~⑥のうちから1つ選べ。 5

2.00 mol/Lの塩化ナトリウム水溶液を100 mL調製するには、塩化ナトリウム ア gを水に溶かし、 イ を用いて100 mLの水溶液にする。

	ア	イ
①	11.7	メスフラスコ
②	11.7	メスシリンダー
③	23.4	メスフラスコ
④	23.4	メスシリンダー
⑤	58.5	メスフラスコ
⑥	58.5	メスシリンダー

b 次のア~ウの物質を用いて同じモル濃度の塩化物イオンを含む水溶液を同体積作りたい。必要な物質の質量を少ない順に並べたものとして最も適当なものを、下の①~⑥のうちから1つ選べ。 6

ア NaCl      イ CaCl<sub>2</sub>      ウ AlCl<sub>3</sub>

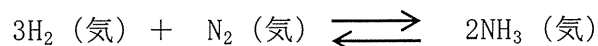
- ① ア<イ<ウ      ② ア<ウ<イ      ③ イ<ア<ウ  
④ イ<ウ<ア      ⑤ ウ<ア<イ      ⑥ ウ<イ<ア

c ある量のショ糖(スクロース) $C_{12}H_{22}O_{11}$  を水 1000 g に溶解させたところ、質量パーセント濃度  $w\%$ 、密度  $d \text{ g/cm}^3$  のショ糖水溶液ができた。このショ糖水溶液のモル濃度  $[\text{mol/L}]$  を表す式として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから1つ選べ。 7

- |                            |                              |                               |
|----------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| ① $\frac{wd(100-w)}{3420}$ | ② $\frac{342(100-w)}{100wd}$ | ③ $\frac{1000wd}{342(100-w)}$ |
| ④ $\frac{3420}{wd(100-w)}$ | ⑤ $\frac{10wd}{342}$         | ⑥ $\frac{342}{10wd}$          |

第2問 次の問い(問1~4)に答えよ。〔解答番号  ~  〕

問1 次の反応における化学平衡の状態に関する記述として最も適当なものを、下の①~⑤のうちから1つ選べ。



- ① 水素と窒素の反応が停止した状態。
- ② 水素、窒素、アンモニアの分圧が等しくなった状態。
- ③ 水素、窒素、アンモニアの物質質量〔mol〕比が3:1:2となった状態。
- ④ 水素と窒素とがすべて反応して、アンモニアだけになった状態。
- ⑤ アンモニアの生成反応とアンモニアの分解反応の速さが等しくなった状態。

問2 触媒に関する記述として最も適当なものを、次の①~⑤のうちから1つ選べ。

- ① 反応の前後で、触媒自身は変化しない。
- ② 触媒を加えると化学反応の活性化エネルギーが上昇する。
- ③ 化学反応の反応熱の大きさは、触媒の有無によって変化する。
- ④ 酵素は、無機化合物からなる触媒である。
- ⑤ 固体の触媒は、粉末状態よりも塊の状態の方が反応速度を上昇させやすい。

問3 標準状態で10 Lの空気を0.0050 mol/Lの水酸化バリウム水溶液100 mLと混合し、空気中の二酸化炭素を完全に吸収させたところ、白色沈殿が生じた。この水溶液の上澄み10 mLを中和するために、0.010 mol/Lの塩酸6.4 mLを要した。ただし、二酸化炭素の吸収前後で水酸化バリウム水溶液の体積は変化しないものとする。次の問い(a・b)に答えよ。

a 下線部アの沈殿物を加熱分解したときに発生する気体として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから1つ選べ。 10

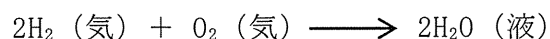
- ① 水素      ② 酸素      ③ 窒素      ④ 二酸化炭素  
⑤ 二酸化窒素

b 空気中の二酸化炭素の体積パーセント濃度 [%] として最も適当な数値を、次の①～⑧のうちから1つ選べ。 11 %

- ① 0.010      ② 0.020      ③ 0.030      ④ 0.040  
⑤ 0.050      ⑥ 0.060      ⑦ 0.070      ⑧ 0.080

問4 次の文章を読んで、下の問い(a~c)に答えよ。

水素・酸素燃料電池の模式図を次の図2に示す。この電池では、電解液にリン酸( $\text{H}_3\text{PO}_4$ )が入れられ、一定の割合で水素と酸素(空気)が供給されている。二つの電極をつないだ場合、次の反応が進行する。



燃料電池は、水素の燃焼により放出される化学エネルギーを電気エネルギーとして取り出すことのできる装置である。

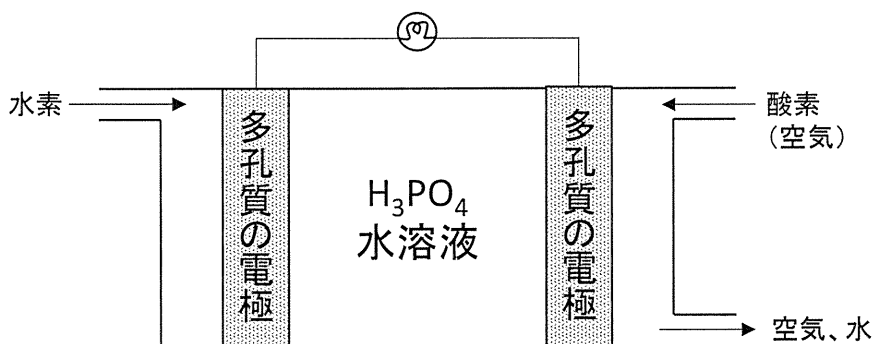


図2 水素・酸素燃料電池の模式図

a 二つの電極をつないだ場合、負極で起こっている現象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1つ選べ。 12

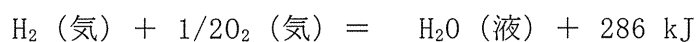
- ① 水素の酸化反応により水素イオンが生じる。
- ② 水素の還元反応により水素イオンが生じる。
- ③ 酸素の酸化反応により水酸化物イオンが生じる。
- ④ 酸素の還元反応により水酸化物イオンが生じる。



b この電池の二つの電極の間に負荷をつないで1時間運転したところ、起電力が0.80 Vで、排出物から18 kgの水が得られた。この結果から、負荷に流れた電気量は何Cになるか。また、得られた電気エネルギーは何Jになるか。最も適当な数値を、次の①～⑧のうちからそれぞれ1つずつ選べ。負荷に流れた電気量  C, 得られた電気エネルギー  J

- ①  $1.0 \times 10^7$     ②  $1.3 \times 10^7$     ③  $1.5 \times 10^7$     ④  $1.9 \times 10^7$   
⑤  $1.0 \times 10^8$     ⑥  $1.3 \times 10^8$     ⑦  $1.5 \times 10^8$     ⑧  $1.9 \times 10^8$

c 水素の燃焼反応を熱化学方程式で表すと次のようになる。



b で生じた水の質量から、この化学反応によって理論的に生じるエネルギーのうち、電気エネルギーに変換された割合は何%になるか。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから1つ選べ。  %

- ① 50    ② 54    ③ 58    ④ 62    ⑤ 66

第3問 次の問い(問1~5)に答えよ。〔解答番号  ~  〕

問1 硝酸に関する記述として正しいものを、次の①~⑤のうちから2つ選べ。  
ただし、解答の順序は問わない。  ,

- ① 硝酸は、不揮発性の液体である。
- ② 濃硝酸、希硝酸のどちらも強い酸性を示す。
- ③ 硝酸は光で分解され、二酸化窒素を生成する。
- ④ 銅は濃硝酸に溶けない。
- ⑤ 工業的に硝酸を合成するとき、4 mol のアンモニアから 2 mol の硝酸が得られる。

問2 酢酸鉛(II)水溶液を浸したろ紙を黒変させる気体が発生する操作として正しいものを、次の①~⑤のうちから1つ選べ。

- ① 濃硫酸に塩化ナトリウムを加えて加熱する。
- ② 塩化アンモニウムと水酸化カルシウムの混合物を加熱する。
- ③ 硫化鉄に希塩酸を加える。
- ④ 亜硫酸ナトリウムに希硫酸を加える。
- ⑤ 炭化カルシウムに水を作用させる。

問3 鉄およびその化合物に関する記述として最も適当なものを、次の①~⑤のうちから1つ選べ。

- ① 鉄は、アルミニウムよりも密度が低い。
- ②  $\text{Fe}^{3+}$  を含む水溶液に、ヘキサシアニド鉄(II)酸カリウム  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  水溶液を加えると、血赤色溶液となる。
- ③ 鉄は、銀よりも電気伝導性が大きい。
- ④ 赤さびの主成分は、酸化数が+III(+3)の鉄の化合物である。
- ⑤ 鉄は、カーボンファイバーの主成分である。

問4 炭酸ナトリウム  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  と炭酸水素ナトリウム  $\text{NaHCO}_3$  に関する次の問い (a・b) に答えよ。

a 炭酸ナトリウムと炭酸水素ナトリウムに関する次のア～ウの記述の正誤の組合せとして正しいものを、下の①～⑧のうちから1つ選べ。 20

- ア どちらも水溶液は、塩基性を示す。  
 イ 炭酸ナトリウムは潮解性を示すが、炭酸水素ナトリウムは示さない。  
 ウ アンモニアソーダ法では、塩化ナトリウムから炭酸水素ナトリウムを経て炭酸ナトリウムが製造される。

	a	b	c
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

b 炭酸ナトリウムと炭酸水素ナトリウムの混合物 100 g を加熱した。その結果、炭酸水素ナトリウムはすべて分解して炭酸ナトリウムとなり、質量が 15.5 g 減少した。初めの混合物に含まれていた炭酸水素ナトリウムの質量 [g] として最も適当な数値を、次の①～⑧のうちから1つ選べ。

21 g

- ① 8.4    ② 22    ③ 31    ④ 42    ⑤ 53    ⑥ 66  
 ⑦ 70    ⑧ 84

問5  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ の8つの陽イオンのうちいずれか1種類を含む3つの溶液A~Cについて次の実験I~IIIを行なった。溶液A~Cに含まれる陽イオンとして適当なものを、下の①~⑧のうちから1つずつ選べ。A- , B- , C-

実験I

アンモニア水を加えると溶液A~Cに沈殿が生じ、さらに過剰のアンモニア水を加えても沈殿は溶解しなかった。

実験II

水酸化ナトリウム水溶液を加えると溶液A~Cに沈殿が生じ、さらに過剰の水酸化ナトリウム水溶液を加えると溶液AとBの沈殿が溶解した。

実験III

希塩酸を加えると溶液Aに沈殿が生じた。

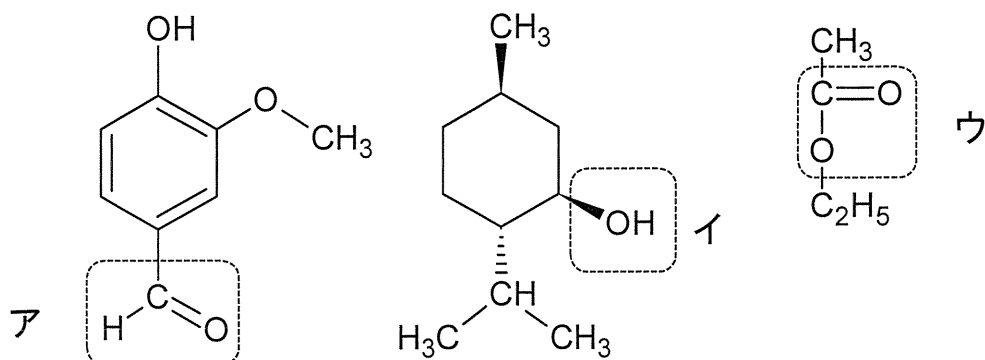
- ①  $\text{Ag}^+$       ②  $\text{Al}^{3+}$       ③  $\text{Ba}^{2+}$       ④  $\text{Cu}^{2+}$       ⑤  $\text{Fe}^{3+}$   
⑥  $\text{Na}^+$       ⑦  $\text{Pb}^{2+}$       ⑧  $\text{Zn}^{2+}$

化学の問題は次のページに続く

第4問 次の問い(問1~6)に答えよ。〔解答番号  ~  〕

問1 次の三つの化合物の破線で囲まれた結合や官能基ア~ウの名称として最も適当なものを、下の①~⑧のうちからそれぞれ1つずつ選べ。

ア-  , イ-  , ウ-



バニラの匂い成分  
(バニリン)

ハッカの匂い成分  
(メントール)

酢酸エチル

- |          |          |
|----------|----------|
| ① アミノ基   | ② アルデヒド基 |
| ③ エステル結合 | ④ エーテル基  |
| ⑤ カルボキシ基 | ⑥ ケトン基   |
| ⑦ ニトロ基   | ⑧ ヒドロキシ基 |

問2 炭化水素に関する記述として正しいものを、次の①~⑤のうちから1つ選べ。

- ① エタン分子では、C-C単結合を軸にして両側のメチル基は回転できない。
- ② トランス-2-ブテンの炭素原子は、すべて同一直線上にある。
- ③ プロパンの炭素原子は、すべて同一平面上にある。
- ④ アセチレン3分子を触媒の存在下で結合させても、ベンゼンを作ることとはできない。
- ⑤ 二重結合を1つもつ環式炭化水素の一般式は、 $C_nH_{2n}(n \geq 3)$ である。

問3 図3は蒸留装置の模式図である。図3に関する下の問い(a~c)に答えよ。

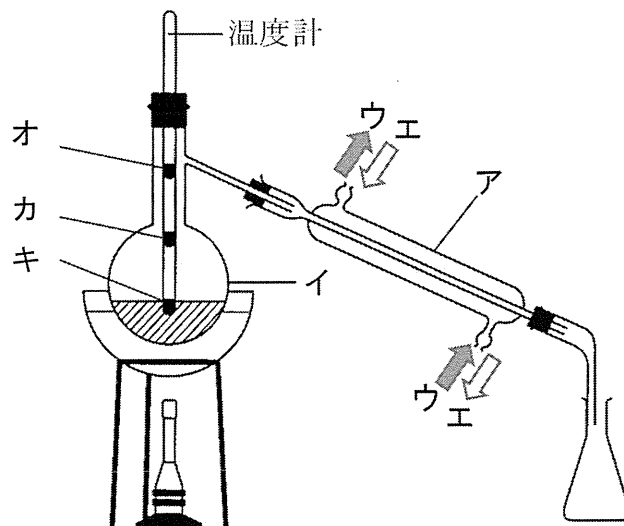


図3 蒸留装置の模式図

a ガラス器具アおよびイの名称として正しいものを、次の①~⑥のうちから1つずつ選べ。ア—  , イ—

- |          |            |          |
|----------|------------|----------|
| ① 三角フラスコ | ② 平底フラスコ   | ③ 丸底フラスコ |
| ④ 枝付フラスコ | ⑤ リービッヒ冷却器 | ⑥ 玉入り冷却器 |

b ガラス器具アに流す水の方向として適当なものはどれか。次の①~②のうちから1つ選べ。

- ① 図3中のウの方向      ② 図3中のエの方向

c ガラス器具イ中の温度計の下端の位置として適当なものを、次の①~③のうちから1つ選べ。

- ① 図3中のオ      ② 図3中のカ      ③ 図3中のキ

問4 次の文中の「ア」・「イ」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①～⑥のうちから1つ選べ。 33

フェノールとニトロベンゼンの混合物を分離するため、これらのエーテル溶液に「ア」水溶液を加えると「イ」が水層に移る。

	ア	イ
①	炭酸水素ナトリウム	フェノール
②	炭酸水素ナトリウム	ニトロベンゼン
③	塩酸	フェノール
④	塩酸	ニトロベンゼン
⑤	水酸化ナトリウム	フェノール
⑥	水酸化ナトリウム	ニトロベンゼン

問5 構成脂肪酸としてステアリン酸  $C_{17}H_{35}COOH$  のみからなる油脂がある。この油脂 100 g を、水酸化ナトリウムを用いて完全にけん化した。反応した水酸化ナトリウムの物質質量 [mol] として最も適当な数値を、次の①～⑧のうちから1つ選べ。 34 mol

- ① 0.034    ② 0.067    ③ 0.10    ④ 0.34    ⑤ 0.67  
 ⑥ 1.0    ⑦ 3.4    ⑧ 6.7

問6 アセチレン(エチン)を触媒の存在下で水素と反応させたところ、標準状態で 5.6 L の水素が消費され、すべてエタンになった。アセチレンの物質質量 [mol] として最も適当な数値を、次の①～⑧のうちから1つ選べ。  
35 mol

- ① 0.13    ② 0.25    ③ 0.50    ④ 0.75    ⑤ 1.0  
 ⑥ 2.0    ⑦ 2.5    ⑧ 5.0