

問題・解答
用紙番号

48

の解答用紙に解答しなさい。

化 学

〈受験学部・学科〉

理工学部, 薬学部, 農学部(農業生産学科・応用生物科学科・食品栄養学科)

問題は100点満点で作成しています。

解答にあたっては、下記の注意事項に従うこと。

数字をマークするように求められたときは、次の例に従ってマークせよ。

例1. 問題に \boxed{a} \boxed{b} . \boxed{c} \boxed{d} とあるとき、

計算結果が 7.103 ならば、四捨五入して \boxed{a} \boxed{b} . \boxed{c} \boxed{d}
0 7 1 0 をそれぞれマークせよ。

例2. 問題に C \boxed{a} H \boxed{b} \boxed{c} N \boxed{d} O \boxed{e} とあるとき、

\boxed{a} \boxed{b} \boxed{c} \boxed{d} \boxed{e}
答えが $C_2H_7NO_2$ ならば、2 0 7 1 2 をそれぞれマークせよ。

上の例のように、0 や 1 もマークし、空欄を残さないこと。

解答にあたって必要ならば、次の数値を用いよ。

原子量 H = 1.0, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, S = 32.0

気体定数 $R = 8.30 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$

I 次の問1～5に答えよ。(22点)

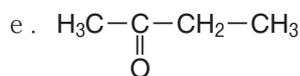
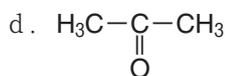
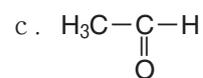
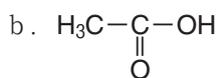
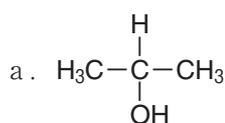
問1 1.0 mol/Lの希硫酸を1000 mL調製するとき、必要な濃硫酸(質量パーセント濃度98%、密度1.8 g/cm³)は . × 10 mLである。a～cに該当する数字をそれぞれマークせよ。

問2 次のうち、該当する数値が最も小さいものはどれか。a～dから選んでマークせよ。

- a. 標準状態(0℃, 1.013 × 10⁵ Pa)で11.2 Lの窒素に含まれる窒素原子の数
- b. 標準状態(0℃, 1.013 × 10⁵ Pa)で11.2 Lの水素に含まれる電子の数
- c. 0.5 mol/L塩化カルシウム水溶液1 Lに含まれるカルシウムイオンの数
- d. 水18 gに含まれる酸素原子の数

問3 50.0 gの硫酸銅(Ⅱ)五水和物(式量250)を完全に溶かして20℃の飽和水溶液を調製するのに必要な水の体積を mLと表すとき、a～cに該当する数字をそれぞれマークせよ。ただし、20℃において、水の密度は1.00 g/cm³、硫酸銅(Ⅱ)(式量160)は100 gの水に20.0 g溶解するものとする。

問4 ヨードホルム反応を示さない化合物をa～eから選んでマークせよ。



問5 分子式C₅H₁₀で表されるアルケン(シス-トランス異性体をもつもの)はいくつ存在するか。該当する数字をマークせよ。

Ⅱ 次の文を読み、問1～6に答えよ。(26点)

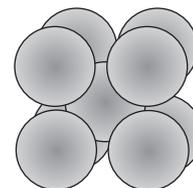
単体のナトリウムは ア 結晶である。この結晶の中では、ナトリウム原子の イ は、特定の原子内にとどまらず、結晶内のすべての原子に共有される形で自由に移動できる。このような電子を自由電子といい、自由電子のはたらきにより、特有の性質が現れる。一方、同じナトリウム原子を含んでいても、塩化ナトリウムの結晶は ウ 結晶である。この結晶の中では2種類の ウ が エ で結びついている。ウ 結晶に強い力を加えると、結晶の特定の面に沿って割れやすい。ウ の配列が似た結晶の場合、エ が大きいほど、融点は高くなる。

二酸化炭素の結晶は、3つの原子でできた分子が分子間力で多数集まった オ 結晶であるのに対して、二酸化ケイ素は カ 結晶である。そのため、二酸化炭素と二酸化ケイ素の結晶では、融点や硬さも大きく違っている。

問1 ア ～ カ に該当する語句を a～j からそれぞれ選んでマークせよ。

- a. イオン b. 価電子 c. 共有結合 d. 金属 e. クーロン力
f. 水素 g. 内殻電子 h. 分散力 i. 分子 j. 配位

問2 ナトリウムの結晶は、右図のような体心立方格子の構造である。ナトリウムの結晶の密度を X g/cm³ と表すとき、X に該当する式を a～f から選んでマークせよ。なお、ナトリウムの原子量を M 、単位格子の一辺の長さを a cm、アボガドロ定数を N_A /mol とする。



- a. $\frac{2M}{a^3N_A}$ b. $\frac{4M}{a^3N_A}$ c. $\frac{6M}{a^3N_A}$ d. $\frac{a^3N_A}{2M}$ e. $\frac{a^3N_A}{4M}$ f. $\frac{a^3N_A}{6M}$

問3 下線部①に関する記述で誤っているものを a～d から選んでマークせよ。

- a. 自由電子が結晶中を移動して熱エネルギーを伝えるため、熱伝導性がよい。
b. 外部からの力によって原子の位置がずれても、自由電子による原子間の結合が保たれるため、展性や延性を示す。
c. 自由電子の作用で外部からの光が反射されるため、特有の光沢をもつ。
d. 高温ほど自由電子が結晶中を移動しやすくなるため、電気抵抗は小さくなる。

問4 下線部②の性質を表す語句として最も適切なものを a～e から選んでマークせよ。

- a. 壊変 b. 昇華 c. 電離 d. へき開 e. 融解

問5 塩化ナトリウムと同じ結晶構造をもつ酸化カルシウム，酸化マグネシウム，臭化ナトリウムおよびフッ化ナトリウムのうち，最も融点が高いものを a～dから選んでマークせよ。ただし，酸化カルシウム，酸化マグネシウム，臭化ナトリウムおよびフッ化ナトリウムのイオン間距離は，それぞれ $2.40 \times 10^{-8} \text{ cm}$ ， $2.12 \times 10^{-8} \text{ cm}$ ， $2.98 \times 10^{-8} \text{ cm}$ および $2.35 \times 10^{-8} \text{ cm}$ とする。

- a. 酸化カルシウム
- b. 酸化マグネシウム
- c. 臭化ナトリウム
- d. フッ化ナトリウム

問6 下線部③に関する記述として正しいものを a～dから選んでマークせよ。

- a. 二酸化炭素の結晶の方が二酸化ケイ素の結晶よりも硬く，融点は高い。
- b. 二酸化炭素の結晶の方が二酸化ケイ素の結晶よりも硬く，融点は低い。
- c. 二酸化炭素の結晶の方が二酸化ケイ素の結晶よりも軟らかく，融点は高い。
- d. 二酸化炭素の結晶の方が二酸化ケイ素の結晶よりも軟らかく，融点は低い。

Ⅲ 次の文を読み、問1～7に答えよ。(25点)

アンモニアは、① 実験室では、塩化アンモニウムと水酸化カルシウムとの混合物を加熱すると得られる。一方、工業的には、アを主成分とする触媒を用いて、窒素と水素の混合気体を高温・高圧で反応させてつくられる。この方法を 1 という。

② 硝酸は、工業的にはアンモニアの酸化によってつくられる。この方法を 2 という。③ 硝酸は、光で分解して二酸化窒素を生じるため、イのガラス瓶で保存する。また、硝酸は濃度に関わらず強い ウ 作用を示し、イオン化傾向が水素よりも小さい銀や銅などの金属は希硝酸や濃硝酸に溶解する。しかし、アルミニウムや鉄などの金属は、希硝酸には溶けるが、濃硝酸とは表面に緻密な エ 被膜を生じてそれ以上反応しなくなる。このような状態を オ という。

問1 ア ～ オ に該当する語句を a～i からそれぞれ選んでマークせよ。ただし、必要ならば繰り返し選んでよい。

- | | | | |
|---------|----------|--------|----------|
| a. 褐色 | b. 活性化状態 | c. 還元 | d. 酸化 |
| e. 透明 | f. 白金 | g. 不動態 | h. 四酸化三鉄 |
| i. 励起状態 | | | |

問2 1 および 2 に該当する方法の名称を a～e からそれぞれ選んでマークせよ。

- | | | |
|------------|---------------|--------|
| a. オストワルト法 | b. クメン法 | c. 接触法 |
| d. ソルベー法 | e. ハーバー・ボッシュ法 | |

問3 下線部①において、乾燥したアンモニアを得るために用いる乾燥剤として最も適するものを a～d から選んでマークせよ。

- | | | | |
|------------|-----------|----------|--------|
| a. 塩化カルシウム | b. 十酸化四リン | c. ソーダ石灰 | d. 濃硫酸 |
|------------|-----------|----------|--------|

問4 下線部①の化学反応で発生したアンモニアを捕集する方法として最も適するものを a～c から選んでマークせよ。

- | | | |
|---------|---------|---------|
| a. 下方置換 | b. 上方置換 | c. 水上置換 |
|---------|---------|---------|

問5 下線部②において、標準状態 (0℃, 1.013 × 10⁵ Pa) で 89.6 m³ のアンモニア (気体) から得られる硝酸は、最大で a b c kg である。a～c に該当する数字をそれぞれマークせよ。なお、アンモニアから硝酸が生成する化学反応式は、以下のとおりである。



問6 NH₃, NO₂ および HNO₃ 中の窒素原子の酸化数として正しいものを a～k からそれぞれ選んでマークせよ。

- a. -5 b. -4 c. -3 d. -2 e. -1 f. 0
 g. +1 h. +2 i. +3 j. +4 k. +5

問7 下線部③の反応で生じた二酸化窒素は、下式のように、常温で四酸化二窒素と平衡状態にある。温度一定で、二酸化窒素と四酸化二窒素との混合気体の圧力を増加させると、Aの原理に従って、全体の気体分子数が B するように平衡が移動し、C が生成する方向に反応が進行する。A ～ C に該当する語句の組合せとして正しいものを a～h から選んでマークせよ。

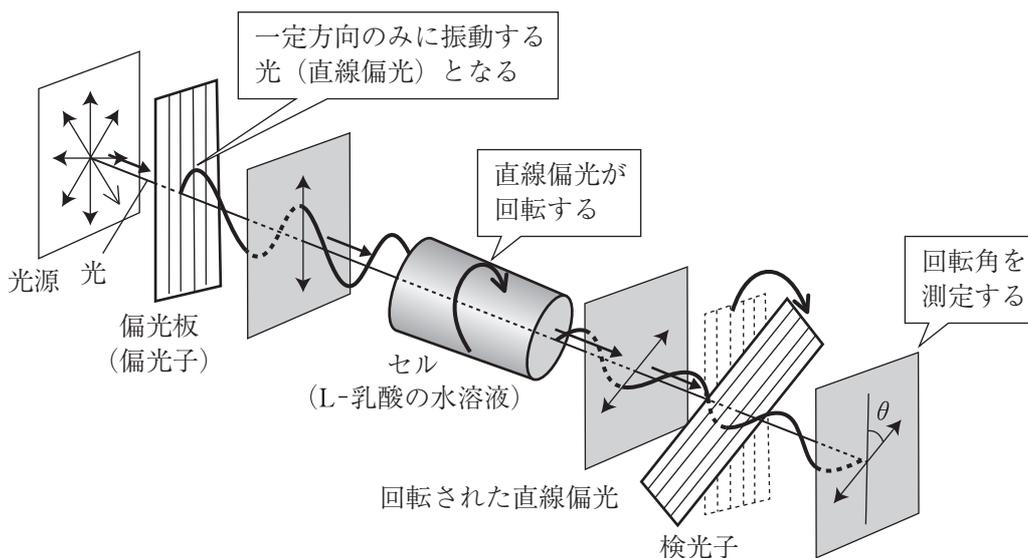


	A	B	C
a	ヘス	減少	二酸化窒素
b	ヘス	増加	二酸化窒素
c	ヘス	減少	四酸化二窒素
d	ヘス	増加	四酸化二窒素
e	ルシャトリエ	減少	二酸化窒素
f	ルシャトリエ	増加	二酸化窒素
g	ルシャトリエ	減少	四酸化二窒素
h	ルシャトリエ	増加	四酸化二窒素

IV 次の文を読み、問1～6に答えよ。(27点)

炭素は、周期表の14族に属する [ア] 元素であり、 [A] 個の陽子と [B] 個の電子をもつ。また、最外殻には [C] 個の電子が收容されるため、他の原子（もしくは原子団）と最大4本の結合を形成できる。例えば、メタン CH_4 の炭素原子は、4つの水素原子と [イ] 結合を形成する。これにより、 CH_4 の炭素原子は貴ガス（希ガス）の [ウ] と同じ安定な電子配置となる。

乳酸 $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$ の構造中には、不斉炭素原子が1つあるので、L-乳酸とD-乳酸の2種類の [エ] 異性体が存在する。このような異性体は、融点や沸点、密度などの物理的性質は同じであるが、光に対する性質が異なる。例えば、下図のように、偏光板を透過した一方向のみに振動する光（直線偏光）を光学的に純粋なL-乳酸の水溶液に照射すると、水溶液を透過した直線偏光は右に 3.8° 回転した。直線偏光が右に回転する場合はプラス（+）の符号、左に回転する場合はマイナス（-）の符号をつけて表されるので、L-乳酸の水溶液を透過した直線偏光の回転角度（ θ ）は $+3.8^\circ$ となる。一方、同じ条件でD-乳酸の水溶液に直線偏光を照射すると、回転角度は同じ大きさで、回転の向きが逆になる。



図

問1 天然に存在する炭素には、安定同位体として相対質量が12.00の炭素 (^{12}C) と相対質量が13.00の炭素 (^{13}C) がそれぞれ98.9:1.1の比率で存在する。炭素の原子量を [a] [b] . [c] [d] と表すとき、a～dに該当する数字をそれぞれマークせよ。

問2 ア ~ エ に該当する語句を a~m からそれぞれ選んでマークせよ。

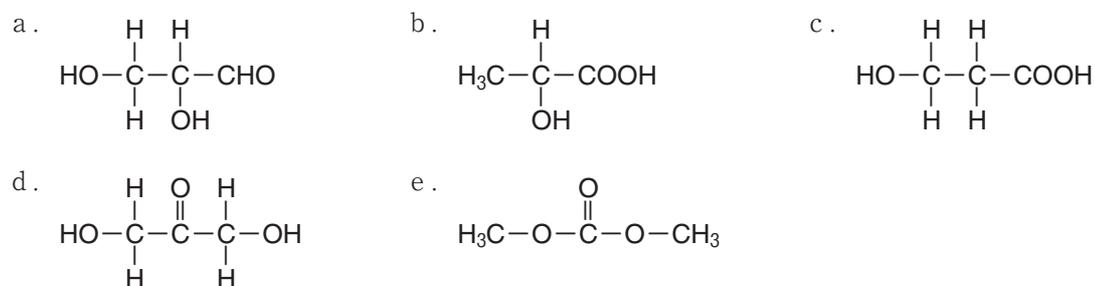
- a. アルゴン b. イオン c. 鏡像 d. 共有
e. 金属 f. 構造 g. シス-トランス h. 水素
i. 遷移 j. 典型 k. ネオン l. 配位
m. ヘリウム

問3 A ~ C に該当する数字をそれぞれ選んでマークせよ。

問4 エ 異性体を もたないもの を a~e から選んでマークせよ。

- a. アラニン b. グリシン c. グルコース
d. グルタミン酸 e. セリン

問5 乳酸の構造式を a~e から選んでマークせよ。



問6 下線部と同一の条件で、L-乳酸の水溶液の代わりに、L-乳酸とD-乳酸を物質比1:1で含む水溶液を用いたときの直線偏光の回転角度 (θ) として最も適切なものを a~g から選んでマークせよ。

- a. -7.6° b. -3.8° c. -1.9° d. 0°
e. $+1.9^\circ$ f. $+3.8^\circ$ g. $+7.6^\circ$