

問題・解答 用紙番号	15
---------------	----

の解答用紙に解答しなさい。

化 学

〈受験学部・学科〉

理工学部(生命科学科)、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、

$\boxed{a} \boxed{b} . \boxed{c} \boxed{d}$

計算結果が 7.103 ならば、四捨五入して $0 \quad 7 \quad 1 \quad 0$ 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、

$\boxed{a} \quad \boxed{b} \quad \boxed{c} \quad \boxed{d} \quad \boxed{e}$

答えが $C_2H_7NO_2$ ならば、 $2 \quad 0 \quad 7 \quad 1 \quad 2$ 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, Na = 23.0, Cl = 35.5

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

I 次の文を読み、問1～6に答えよ。(25点)

図は第4周期までの周期表の概略であり、領域①～⑧は元素群を示している。領域①の元素は [1] が小さく陽イオンになりやすい。また、領域⑧の元素は [2] が大きく陰イオンになりやすい。陽イオンと陰イオンの間で引き合う力(引力)を [3] といい、この引力による結びつきを [4] という。

周期 \ 族	1	2	3～11	12	13	14	15	16	17	18
1	H									
2		Be								⑧
3	①	Mg			Al		⑤		⑦	
4		②	③	Zn	Ga	Ge				

図

問1 [1] ～ [4] に適する語句を a～l からそれぞれ選んでマークせよ。

- | | | |
|--------------|----------|---------------|
| a. イオン化エネルギー | b. イオン結合 | c. 活性化エネルギー |
| d. 共有結合 | e. 金属結合 | f. クーロン力 |
| g. 水素結合 | h. 遷移元素 | i. 典型元素 |
| j. 電子親和力 | k. 配位結合 | l. ファンデルワールス力 |

問2 図の領域②および⑤の元素にそれぞれ該当するものを a～d から すべて選んで マークせよ。

ただし、必要ならば繰り返し選んでよい。

- 金属元素である。
- 非金属元素である。
- 遷移元素である。
- 典型元素である。

問3 次の〔Ⅰ〕～〔Ⅲ〕の条件をすべて満たす元素は、周期表の第 周期 族である。

a および b に該当する数字をそれぞれマークせよ。

〔Ⅰ〕 単体は、常温で淡黄色の気体である。

〔Ⅱ〕 単体は、強い酸化作用がある。

〔Ⅲ〕 単体は、水と激しく反応して酸素を発生する。

問4 アルミニウムイオン Al^{3+} の電子配置に該当するものを a～f から選んでマークせよ。ただし、K 殻に 2 個、L 殻に 4 個の電子を有する場合の電子配置の表記は、K(2)L(4) とする。

a. K(2)L(5)

b. K(2)L(8)

c. K(2)L(8)M(3)

d. K(2)L(8)M(5)

e. K(2)L(8)M(8)

f. K(2)L(8)M(8)N(3)

問5 図の領域④に属する元素には、単体で面心立方格子の構造をとる金属の原子がある。この金属結晶の単位格子一辺の長さを a [cm]、モル質量を M [g/mol]、アボガドロ定数を N_A [/mol] とするとき、この金属の密度 d [g/cm³] を表す式として最も適切なものを a～h から選んでマークせよ。

a. $\frac{2M}{a^3N_A}$

b. $\frac{4M}{a^3N_A}$

c. $\frac{a^3N_A}{2M}$

d. $\frac{a^3N_A}{4M}$

e. $\frac{M}{500a^3N_A}$

f. $\frac{M}{250a^3N_A}$

g. $\frac{500a^3N_A}{M}$

h. $\frac{250a^3N_A}{M}$

問6 図の領域④に属する単原子分子 3.0 g を 2.0 L の密閉容器に封入し、温度を 27℃ にすると圧力は 9.3×10^4 Pa になった。この分子を構成する元素の原子量を と表すとき、a および b に該当する数字をそれぞれマークせよ。

Ⅱ 次の文を読み、問1～7に答えよ。(25点)

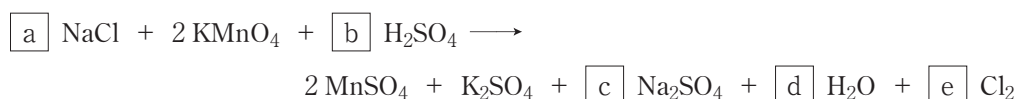
医療現場において、涙液や血液とほぼ同じ浸透圧を示す塩化ナトリウム水溶液は生理食塩水とよばれ、塩化ナトリウム 0.900 g を水に溶かして全量を 100 mL とすることで調製されている。点眼剤は、医薬品成分による浸透圧が生理食塩水の浸透圧よりも低く、そのまま点眼すると痛みを感じることもあるため、塩化ナトリウムを加えて涙液と同じ浸透圧になるように調製されている。生理食塩水に硫酸および過マンガン酸カリウムを加えて加熱すると、黄緑色の気体が発生し、湿らせたヨウ化カリウムデンプン紙が 色に変化する。

問1 生理食塩水の塩化ナトリウムのモル濃度を . $\times 10^{-$ mol/L 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 体温 (37℃) における生理食塩水の浸透圧は . $\times 10^{$ Pa である。a～c に該当する数字をそれぞれマークせよ。ただし、生理食塩水中の塩化ナトリウムは完全に電離するものとする。

問3 37℃の生理食塩水と同じ浸透圧を示すグルコース水溶液 (グルコースの分子量 180) を 200 mL 作るために必要なグルコースの質量を . g と表すとき、a～c に該当する数字をそれぞれマークせよ。

問4 下線部の反応を下式で表すとき、a～e に該当する数字をそれぞれマークせよ。



問5 に該当する色として最も適切なものを a～e から選んでマークせよ。

a. 青紫 b. 赤 c. 黄緑 d. 黒 e. 茶

問6 少量の赤血球を蒸留水に入れたとき、顕微鏡下で観察される現象として、正しいものを a～c から選んでマークせよ。

a. 変化しない。 b. 赤血球が膨らんで破裂する。 c. 赤血球が縮む。

問7 塩酸ピロカルピン 0.700 g を含む点眼剤 50.0 mL を調製するとき、生理食塩水と同じ浸透圧にするためには、 $\boxed{a}.\boxed{b}\boxed{c}$ g の塩化ナトリウムを加える必要がある。a～c に該当する数字をそれぞれマークせよ。ただし、塩酸ピロカルピン 1.00 g が示す浸透圧は塩化ナトリウム 0.240 g が示す浸透圧に等しい。

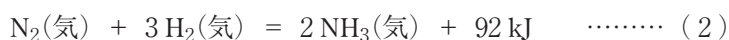
Ⅲ 次の文を読み、問1～6に答えよ。(25点)

アンモニアは、無色で刺激臭のある気体であり、水に溶けやすく、その水溶液は弱い塩基性を示す。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とアンモニアが発生するので、

①置換で捕集する。また、鉄を主成分とした触媒を用いて、窒素と水素からアンモニアを直接合成することも可能である。これをハーバー・ボッシュ法とよび、式(1)の化学反応式で表される。



また、熱化学方程式は、以下の式(2)で表される。



熱化学方程式から、アンモニアの合成反応は 反応である。また、アンモニアの生成率(体積百分率)を高くするためには、温度が く、圧力が い条件の方がよい。

問1 に該当する語句を a～c から選んでマークせよ。

- a. 下方 b. 上方 c. 水上

問2 ～ に該当する語句を a～d 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. 吸熱 b. 高 c. 発熱 d. 低

問3 下線部の反応を下式で表すとき、 ～ に該当するものを a～i からそれぞれ選んでマークせよ。



- a. CaCl_2 b. CaO c. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ d. NaOH e. NH_3
f. NH_4Cl g. NO_2 h. NOCl i. NOCl_2

問4 式(1)が平衡状態にあるとき、平衡時の各気体成分のモル濃度を $[\text{N}_2]$, $[\text{H}_2]$, $[\text{NH}_3]$ とすると、平衡定数 K は以下の式で表される。 $X \sim Z$ に該当する数字をそれぞれマークせよ。

$$K = \frac{[\text{NH}_3]^Z}{[\text{N}_2]^X[\text{H}_2]^Y}$$

問5 ある反応容器中において、窒素と水素が式(1)の平衡状態にあるとき、 $a \sim f$ の変化を与えた。平衡が左に移動するものを $a \sim f$ から すべて選んで マークせよ。

- 反応容器の温度を一定にして、容積を減少させた。
- 反応容器の容積を一定にして、温度を上げた。
- 反応容器の温度と容積を一定にして、窒素を加えた。
- 反応容器の温度と容積を一定にして、アンモニアを加えた。
- 反応容器の温度と容積を一定にして、アルゴンを加えた。
- 反応容器の温度と全圧を一定にして、アルゴンを加えた。

問6 密閉した反応容器に、窒素 3.0 mol と水素 6.0 mol を注入した。ある温度で反応が平衡に達したとき、生成したアンモニアは 2.0 mol であり、全圧は 3.0×10^7 Pa であった。このときの窒素の分圧を $\boxed{a}.\boxed{b} \times 10^{\boxed{c}}$ Pa と表すとき、 $a \sim c$ に該当する数字をそれぞれマークせよ。ただし、すべての気体は理想気体としてふるまうものとする。

IV 次の文を読み、問1～6に答えよ。(25点)

アルコールは、炭化水素の水素原子Hをヒドロキシ基-OHで置換した化合物である。アルコールは、分子中の-OHの数によって分類され、1分子中に-OHが1個のものを「ア」アルコール、2個のものを「イ」アルコールという。また、アルコールは、-OHが結合している炭素原子に結合している炭化水素基Rの数によっても分類され、Rが1個以下のものを「ウ」アルコール、2個のものを「エ」アルコール、3個のものを「オ」アルコールという。 $C_nH_{2n+1}OH$ で表されるアルコールでは、 $n =$ 「X」以上の場合に構造異性体のアルコールが存在する。

いま、 C_4H_9OH で表される4種のアルコールA～Dがある。A～Dについて、以下の実験I～IIIを行った。ただし、AとDは「ウ」アルコールであり、Dは枝分かれ構造をもつことがわかっている。

実験I：A～Dの沸点をそれぞれ測定したところ、沸点の高さはA>D>B>Cの順であった。

実験II：A～Dにそれぞれ単体のナトリウムを加えると、すべてのアルコールで気体を発生しながら溶けた。

実験III：A～Dにそれぞれ硫酸酸性二クロム酸カリウム水溶液を加えて加熱し、完全に酸化したところ、A、B、Dからはそれぞれ酸性物質E、中性物質F、酸性物質Gが生成したが、Cは反応しなかった。

問1 「ア」～「オ」に該当する語句をa～fからそれぞれ選んでマークせよ。

- | | | |
|--------|--------|--------|
| a. 一価 | b. 二価 | c. 三価 |
| d. 第一級 | e. 第二級 | f. 第三級 |

問2 「X」に該当する数字をマークせよ。

問3 水と任意の割合で混ざるアルコールをa～eからすべて選んでマークせよ。

- | | | |
|-------------|------------|-------------|
| a. エタノール | b. 1-ブタノール | c. 1-プロパノール |
| d. 1-ペンタノール | e. メタノール | |

問4 下線部の気体に該当する化学式をa～eから選んでマークせよ。

- | | | | | |
|-------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| a. CO | b. CO ₂ | c. H ₂ | d. O ₂ | e. O ₃ |
|-------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|

問5 ヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて反応させると、黄色の沈殿を生成するものを **A~G** から すべて選んでマークせよ。

問6 **E** 440 mg にエタノールを加えて溶解し、触媒の濃硫酸を加えて加熱すると、最大で mg のエステル **H** が得られる。a ~ c に該当する数字をそれぞれマークせよ。