久留米大学

2024 年度　一般選抜　化学

（2 科目　120 分）

全問をとおして，必要があれば次の原子量を用いよ。

H=1.0，C=12，N=14，O=16，Na=23

1 以下の問いに答えよ。

(1) 常圧で沸点が最も低い単原子分子は何か。分子式で答えよ。

(2) 第 3 周期の元素の中で，酸とも塩基とも反応するものはどれか。元素記号で答えよ。

(3) 分子の形状が硫化水素と同じものを選び，電子式で答えよ。

塩化水素，シアン化水素，二酸化炭素，水

(4) 希薄溶液の浸透圧は，溶媒や溶質の種類によらず，溶液のモル濃度と絶対温度に比例する。この化学の基礎法則を何というか。

(5) H^+ が水溶液中で水分子と配位結合して生成するイオンの名称を答えよ。

2 細いコックで連結された耐圧容器 A（内容積 1.0 L）と耐圧容器 B（内容積 3.0 L）がある。容器 A に 0.80 mol の H_2，容器 B に 0.20 mol の O_2 を入れた。次に，各容器の温度を 300 K に保ったままコックを開き，(a)両容器内の気体が十分に混合された後にコックを閉じた。そして，(b)容器 A 内で水素と酸素の燃焼反応を完全に進行させた後，再び 300 K に保った。続いて，(c)コックは閉じたまま容器 A の温度を 400 K に変更した。最後に，(d)容器 A は 400 K，容器 B は 300 K に保ったままコックを開き，両容器内の気体が十分に混合された後にコックを閉じた。以下の問いに答えよ。ただし，温度による容器の体積変化，耐圧容器の連結部の体積，液体の体積および液体への気体の溶解はいずれも無視できるものとする。気体は理想気体として扱い，数値を問う問題では有効数字 2 桁で答えること。また，必要であれば以下の数値を用いよ。

気体定数 $R = 8.3 \times 10^3$ Pa·L/(K·mol)，300 K での飽和水蒸気圧 3.6×10^3 Pa，400 K での飽和水蒸気圧 2.5×10^5 Pa

(1) 下線部 (a) における容器 A の水素と酸素の分圧を答えよ。

(2) 下線部 (b) において，生じた水の状態について正しく説明している選択肢を 1 つ選び，記号で答

えよ。

(あ) 全て気体として存在している。

(い) 全て液体として存在している。

(う) 液体と気体が混在している。

(え) 与えられた条件では水の状態は分からない。

(3) 下線部 (b) において，反応後の容器 A の全圧を答えよ。

(4) 下線部 (c) において，温度変更後の容器 A の全圧を答えよ。

(5) 下線部 (d) において，再度コックを閉めた後の容器 A の水素，酸素，水の分圧を答えよ。

(6) 上記の操作において，各過程の圧力を精密に測定すると，計算値と実測値が一致しない。この理由を理想気体と実在気体との相違点に着目して 2 つ答えよ。

3 周期表第 1 族の水素の単体は，(ア) 結合からなる二原子分子である。水素は常温常圧で気体であり，沸点が低い。水素原子には ^{1}H の他に，重水素 ^{2}H や三重水素 ^{3}H などの (イ) が存在することが知られている。水素原子が外部から電子を取り込んでできるイオンは，ヘリウムと同じ電子配置を持つ。このイオンを (ウ) イオンという。融解ナトリウムに水素ガスを通じて (エ) を生じる反応では水素は (オ) 剤として働く。

周期表第 1 族で水素を除く (カ) 種類の元素は (キ) とよばれる。ナトリウムはその 1 つである。ナトリウムの単体は空気中ではすみやかに酸化され金属光沢を失うため，(ク) 中に保存される。ナトリウムの単位格子は (ケ) 格子である。その単位格子中には (コ) 個の原子が含まれている。以下の問いに答えよ。

(1) (ア)〜(コ) にあてはまる適切な語句を答えよ。

(2) 次の化合物について常圧で沸点の低いものから順に並べた時，2 番目となるものはどれか。化学式で答えよ。

アンモニア，フッ化水素，水，メタン，硫化水素

(3) 下線部の反応の化学反応式を記せ。

(4) ナトリウムの単位格子の 1 辺の長さは 4.3×10^{-8} cm である。ナトリウムの原子半径は何 cm か。また単位格子中の原子の占める体積の割合を充填率という。ナトリウムの充填率は何 % か。有効数字 2 桁で答えよ。ただし，結晶中の原子を球と仮定し，結晶内で最近接の原子は互いに接触し

ているものとする。また，必要であれば以下の数字を用いよ。

$\sqrt{2} = 1.4$，$\sqrt{3} = 1.7$，円周率 $\pi = 3.14$

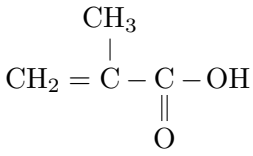
(5) 1 族の金属の単体は，同じ周期の 2 族の金属の単体と比べると融点が低い。その理由を説明せよ。

4 分子量 89 の α-アミノ酸であるアラニンは，水溶液中で A，B，C の 3 種類のイオン形で存在し，次の 2 つの電離平衡が成立している。以下の問いに答えよ。ただし，構造式は例にならって記すこと。

A $\rightleftharpoons$ B+H^+（電離定数 $K_1 = 5.0 \times 10^{-3}$ mol/L）

B $\rightleftharpoons$ C+H^+（電離定数を K_2 とする。）

構造式の例



(1) A の構造式を示せ。ただし，不斉炭素原子の右肩には＊をつけよ。

(2) B のように，分子内に正電荷と負電荷を合わせもつイオンを何と呼ぶか。

(3) 電離定数 K_2 を，各成分のモル濃度［B］，［C］，［H^+］を用いた式で表せ。

(4) ［A］＝［C］のとき，アラニンのもつ電荷は全体として 0 になる。このときの pH を何と呼ぶか。

(5) (4) の pH は 6.0 である。K_2 を有効数字 2 桁で求めよ。

(6) アラニン間の縮合重合により生成したポリアラニンの分子量が 3.9×10^3 であるとき，重合したアラニンの分子数を整数で答えよ。また，特にアミノ酸どうしの縮合で生じる結合の名称を答えよ。

(7) ポリアラニン水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えてから，少量の硫酸銅 (II) 水溶液を加えると，特有の呈色反応を示す。一方，アラニン水溶液ではこの呈色反応はみられない。この反応の名称と色を答えよ。

(8) アラニンに無水酢酸を反応させたときに生じる生成物のうちで，分子量の最も大きいものの構造式を答えよ。