

令和5年度

富山大学理学部・都市デザイン学部

一般選抜（後期日程）

化学

注 意

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはいけません。
2. 問題冊子は、中敷き用紙1枚、問題用紙6枚、解答用紙3枚、計算用紙1枚からなっています。試験開始の合図があってから確認して下さい。  
なお、試験問題に文字などの印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れなどがあつた場合は、直ちにその旨を監督者に申し出て下さい。
3. 試験開始後に、すべての解答用紙の指定欄に受験番号を記入して下さい。  
氏名を書いてはいけません。
4. 解答用紙には問題番号が指定されていますので、確かめてから解答して下さい。  
指定された解答用紙以外に記入した解答は、評価（採点）の対象としません。
5. 試験終了後、配付された問題冊子は持ち帰って下さい。



中敷き用紙

(注意) 字数制限のある解答文中で記号や数字を用いる場合には、元素記号は各元素で1字、その他の記号・数字(上付き, 下付きを含む)は、それぞれ各1字と数えること。

(例:  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ は11字)

**I** 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

ケイ素とアルミニウムは、地殻中に **A** に次いで多く存在する元素であり、身の回りでも広く利用されている。

ケイ素の酸化物である二酸化ケイ素  $\text{SiO}_2$  は酸性酸化物であり、炭酸ナトリウムを加えて融解反応させると、オルトケイ酸ナトリウム  $\text{Na}_4\text{SiO}_4$  やメタケイ酸ナトリウム  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  などの種々の組成のケイ酸ナトリウムを生じる。また、二酸化ケイ素に炭酸ナトリウムと **B** を加えて融解反応させると、窓ガラスやガラス瓶として使われるソーダ石灰ガラスが得られる。一方で、ケイ酸ナトリウムに水を加えて煮沸すると粘性の高い液体である **C** が得られる。

**C** は塩基性であり、酸を加えると半透明ゲル状のケイ酸が生じる。このようにして得られたゲル状のケイ酸を乾燥・脱水するとキセログルである **D** となる。**D** は乾燥剤として広く利用されている。

ケイ酸の組成は  $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  で表されるが、 $n=2$  のケイ酸はオルトケイ酸と呼ばれ、図1に示した構造式を持つ。二つのオルトケイ酸が脱水縮合すると  $\text{Si-O-Si}$  架橋構造を持つケイ酸が生じる。**C** に酸を加えて得られる半透明ゲル状のケイ酸も  $\text{Si-O-Si}$  架橋構造と  $\text{Si-OH}$  構造の両方を持つ化合物である。

アルミニウムの単体は、銀白色の酸化されやすい金属であり、工業的には酸化アルミニウムから、ホール・エール法により製造される。ホール・エール法では、**E** とともに酸化アルミニウムを融解させ、電極に炭素を用いて電気分解によりアルミニウムの単体を得る。

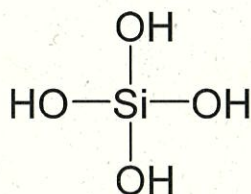


図1 オルトケイ酸の構造式

問1 文中の **A** から **E** にあてはまる最も適切な元素名、化合物名、または物質名を記せ。

(次のページへ続く)



- 問2 二酸化ケイ素と炭酸ナトリウムからメタケイ酸ナトリウムが生成する反応の化学反応式を記せ。
- 問3 2分子のオルトケイ酸が脱水縮合して1分子の水が生成する反応について考える。この反応で生じるケイ酸分子の構造式を記せ。
- 問4 組成が  $\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  で表されるケイ酸中のヒドロキシ基の数と架橋酸素原子の数との比を記せ。
- 問5  が乾燥剤として働く理由を60字以内で述べよ。
- 問6 ホール・エール法において、陰極で起こる反応の半反応式を記せ。
- 問7 ホール・エール法では、陽極上で一酸化炭素や二酸化炭素が発生する。簡単のため一酸化炭素のみが発生するとして、陽極で起こる反応の半反応式を記せ。また、この場合の電気分解全体として起こる反応を化学反応式で記せ。

Ⅱ 次の ( I ) , ( II ) の文章を読み、以下の問いに答えよ。必要であれば、次の値を用いよ。 原子量 H : 1.0, C : 12.0, N : 14.0, O : 16.0

( I ) 不揮発性物質を溶かした溶液の蒸気圧は、同じ温度の純溶媒に比べて  くなるために、純溶媒よりも沸点が  くなる。この現象を  という。溶質が不揮発性の非電解質の場合、希薄溶液の蒸気圧は、温度と質量モル濃度によって決まり、溶質の種類には無関係である。

6.00%の尿素( $\text{NH}_2$ )<sub>2</sub>CO水溶液 100 g を 200 mL ビーカーA に入れ、ある非電解質 5.5 g を水 100 g に溶解させて 200 mL ビーカーB に入れた。図2のように、これらの2つのビーカーを密閉容器C に入れ、密閉したまま外部から攪拌できる装置(マグネチックスターラー) でそれぞれの溶液を攪拌しながら室温に保った。すると、(a)ビーカーA の溶液の体積は徐々に増加し、ビーカーB の溶液の体積は減少した。体積が一定になるまで長時間放置した後、ビーカーA の溶液の質量を測定したところ、密閉容器に入れる前より 3.0 g 増加していた。なお、密閉容器内には結露はなかった。また、密閉容器は十分小さく、内部の水蒸気量は無視できるほど少ないとする。

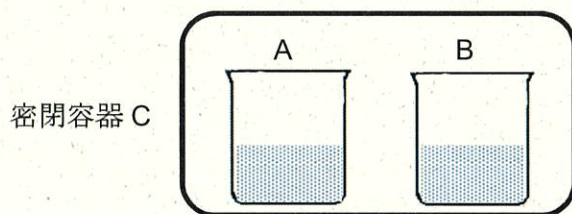


図 2

問 1 文中の  ~  に当てはまる適切な語句を記せ。

問 2 ビーカーA の溶液の質量モル濃度[mol/kg]を有効数字 3 桁で記せ。

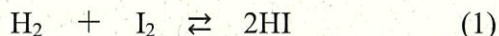
問 3 下線部(a)について、ビーカーA の溶液の体積が増加した理由を 100 字以内で説明せよ。

問 4 ビーカーB の溶液に溶解させた非電解質の分子量を有効数字 2 桁で記せ。計算過程も記せ。

(次のページへ続く)



(Ⅱ) 水素  $\text{H}_2$  とヨウ素  $\text{I}_2$  の混合気体を加熱すると、一部が反応してヨウ化水素  $\text{HI}$  が生じる。逆に  $\text{HI}$  を加熱すると、一部が分解して水素とヨウ素が生じる。このようにどちらの方向にも進む反応を **D** といい、反応(1)のように表す。これに対し、一方向しか進まない反応を **E** という。



反応(1)の正反応と逆反応の反応速度をそれぞれ  $v_1$  と  $v_2$  とすると、水素  $\text{H}_2$  とヨウ素  $\text{I}_2$  の混合気体を容器に入れ加熱して、ある時間経過すると  $v_1$  と  $v_2$  が等しくなる。このような状態を **F** という。

問5 文中の **D** ~ **F** に当てはまる適切な語句を記せ。

問6  $\text{H}-\text{H}$  結合、 $\text{I}-\text{I}$  結合、 $\text{H}-\text{I}$  結合の結合エネルギーは、それぞれ  $436 \text{ kJ/mol}$ 、 $151 \text{ kJ/mol}$ 、 $299 \text{ kJ/mol}$  である。これらの結合エネルギーの値を用いて、次の(ア)、(イ)に答えよ。

(ア) 反応(1)の正反応の反応熱を求めよ。

(イ) 反応(1)の正反応の活性化エネルギーは  $174 \text{ kJ/mol}$  であった。逆反応の活性化エネルギーを求めよ。

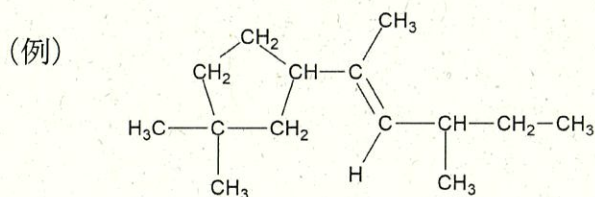
問7 反応(1)についての実験結果から、正反応と逆反応の反応速度は、それぞれ  $v_1 = k_1[\text{H}_2][\text{I}_2]$ 、 $v_2 = k_2[\text{HI}]^2$  と表されることが分かった。ここで、 $k_1$ 、 $k_2$  は反応(1)の正反応と逆反応の反応速度定数である。反応温度を高くすると、反応速度定数の比  $k_1/k_2$  はどうなるか。次の①~③から該当するものを一つ選べ。またその理由を説明せよ。必要であれば式を用いても良い。

- ① 大きくなる      ② 小さくなる      ③ 変わらない

Ⅲ

以下の問いに答えよ。構造式は以下の例にならって記せ。なお、空気の組成は、酸素 20.0 %、窒素 80.0 %とする。また、気体はすべて理想気体としてふるまうものとする。必要であれば、以下の数値を用いよ。

原子量 H : 1.0, C : 12.0, N : 14.0, O : 16.0, 気体定数  $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$



問1 炭化水素を完全燃焼させ、発生する二酸化炭素と水の質量から炭化水素の組成を決定する。この分析方法で、エチン（アセチレン）と区別できない化合物はどれか。最も適当なものを次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① エテン（エチレン）      ② シクロヘキサン      ③ ベンゼン  
④ 全て区別できる

問2 容積が 1.000 L の金属製の容器を 0.001 g まで量れる電子天秤にのせたところ、表示は 100.000 g だった。次に、容器内の空気を完全にエチンに置換し、再び容器を電子天秤にのせた。電子天秤の表示は何 g になるか。なお、気体は全て標準状態 ( $P = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ ,  $T = 273 \text{ K}$ ) にあるものとする。

問3 白金またはニッケルを触媒として水素を作用させると、エテン、エチン、シクロヘキサン、ベンゼンそれぞれ 1 モルは、水素分子何モルと反応するか。なお、分子中の多重結合は全て反応するものとする。

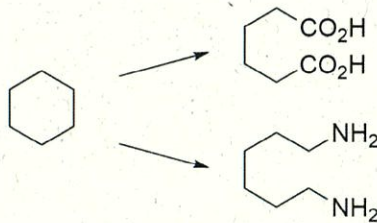
(次のページへ続く)



問4 次の高分子化合物に関する記述のうち誤りを含むものはどれか。該当するものを次の①～④のうちから全て選べ。

- ① ポリエチレンは、分子中に多くの不飽和結合をもつ。
- ② ポリアセチレンは、分子中に三重結合をもつ。
- ③ セルロースは、分子中に炭素のみからなる六員環構造をもつ。
- ④ PET (ポリエチレンテレフタレート) は、分子中にベンゼン環をもつ。

問5 ナイロン66の原料であるアジピン酸とヘキサメチレンジアミンは、共にシクロヘキサンから合成される。



1.000 kg のシクロヘキサンからアジピン酸とヘキサメチレンジアミンを共に合成し、ナイロン66を合成した場合、生成するナイロン66の最大量は何kgになるかを有効数字3桁で答えよ。計算過程も記すこと。

問6 シクロヘキサンの構造異性体のうち、環状化合物で、かつ不斉炭素原子を含む化合物の構造式を一つ記せ。















見本

計 算 用 紙