

化 学

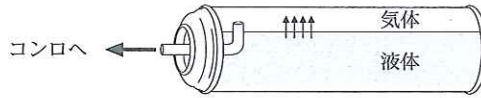
注意事項

1. 試験開始の指示があるまで、この冊子を開いてはいけません。
2. 試験開始の指示があったら、すぐに「試験問題並びに答案用紙」の種類と枚数が以下のとおりであることを確認し、受験番号をすべての用紙に記入して下さい。
(化学その1)～(化学その4) 各1枚 計4枚
3. 「試験問題並びに答案用紙」の枚数が異なる場合や印刷が不鮮明な場合は、手を挙げて監督者に知らせて下さい。
4. 「試験問題並びに答案用紙」の裏面を草案として使用してもかまいませんが、採点対象とはしません。
5. 試験終了後、「試験問題並びに答案用紙」は、科目ごとにすべて回収します。上から(化学その1)、(化学その2)、(化学その3)、(化学その4)の順に、おもて面を上にして、ひろげた状態で用紙の上下を揃えて4枚重ねて下さい。異なる科目の答案用紙が混入しないように注意して下さい。
6. すべての確認作業が終了するまで着席して下さい。

山梨大学 平成 24 年度入学者選抜試験問題並びに答案用紙 (化学その 1)

1 次の文章を読み、以下の問に答えなさい。

カセットコンロのボンベには、液体燃料としてブタンや2-メチルプロパンが充填されている。ボンベ中の燃料の一部は気化しており、蒸気圧が大気圧より高い条件下でボンベから出てコンロに供給される(下図参照)。



下表にブタンと2-メチルプロパンの性質をまとめた。市販のボンベには両者の混合物が充填されているが、ここではボンベ A にブタンのみ、ボンベ B には2-メチルプロパンのみが充填されているとする。

	沸 点 (°C)	融 点 (°C)	蒸気圧(20 °C) (hPa)	燃 焼 熱 (kJ/mol)
ブ タ ン	-0.5	-140	2200	2900
2-メチルプロパン	-12	-160	3100	2900

問 1 ブタンと2-メチルプロパンの構造式を書きなさい。

ブ タ ン	2-メチルプロパン

問 2 ブタンが燃焼するときの反応を熱化学方程式で書きなさい。

問 3 ボンベ A には 250 g のブタンが充填されているが、これは何 mol にあたるか。答えは有効数字 2 桁で求め、計算の過程とともに示しなさい。C, H, O の原子量はそれぞれ 12, 1.0, 16 とする。

答 _____

問 4 ユニットバスに 10 °C の水、240 kg が入っている。この水を 40 °C にわかすために必要な熱量は、ボンベ A 何本分の燃料を完全燃焼することにより得られるか。答えは有効数字 2 桁で求め、計算の過程とともに示しなさい。ただし、水 1.0 g の温度を 1.0 °C 上げるために必要な熱量を 4.2 J とし、発生した熱はすべて水の加温に使われると仮定する。

答 _____

問 5 気温 2 °C の屋外でカセットコンロを使用した。まずボンベ A を使ったが、新品であるにもかかわらずガスが出が非常に悪かった。そこでボンベ B に交換したところ、ガスが出がよくなった。この理由をブタンと2-メチルプロパンの性質をもとに説明しなさい。

受 験 番 号	小 計

平成 24 年度入学者選抜試験問題並びに答案用紙 (化学その 2)

2 次の文章を読み、以下の問に答えなさい。

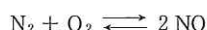
大気の主成分である窒素(N_2)は、一部の生物の活動により NH_4^+ 、 NO_2^- 、 NO_3^- に変えられ、その一部は植物に利用されアミノ酸や核酸などの有機窒素化合物になる。自然界ではこのようにさまざまな形の窒素化合物が、大気、水、土壌、生物の間を循環している。

人間活動は、この窒素循環に大きな影響を与えている。例えば、化石燃料の燃焼によって発生する窒素酸化物は、大気中で酸化され硝酸(HNO_3)となる。また、肥料の生産などのため、工業的なアンモニア(NH_3)の合成も行われている。これらの過程により生じる硝酸やアンモニアが自然界における窒素循環に加わることで、酸性雨や富栄養化などの環境問題を引き起こしている。

問 1 二重下線で示した物質について、窒素原子の酸化数を書きなさい。

N_2	NH_4^+	HNO_3
-------	----------	---------

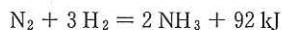
問 2 下線部①について、次に示す窒素(N_2)と酸素(O_2)の反応による一酸化窒素(NO)の発生を考えることができる。



この反応の平衡定数 $K = \frac{[NO]^2}{[N_2][O_2]}$ は、25℃では 4.5×10^{-31} 、1500℃では 1.0×10^{-4} である。

N_2 と O_2 は大気の主成分であるが、室温付近の大気中ではこの反応による NO の生成はほとんど起こらない。一方、自動車の内燃機関において高温で化石燃料を燃やす際には NO の生成が無視できなくなる。その理由を平衡定数の違いから説明しなさい。

問 3 下線部②の反応は次のように記すことができる。この反応による NH_3 の生成量は、温度のみ、または圧力のみを上げたとき、それぞれどのように変わるか、理由を含めて述べなさい。



(温度のみを上げたとき)
(圧力のみを上げたとき)

3 3種類の金属イオン Ag^+ 、 K^+ 、 Cu^{2+} の混合水溶液がある。これらの金属イオンを順に分離し、さらに確認する実験の計画を立て、その手順を記述しなさい。各手順で分離する目的の金属イオンを明記すること。沈殿や溶液などの色も書きなさい。加える薬品の濃度や量は書かなくてよい。

受 験 番 号	小 計

平成 24 年度入学者選抜試験問題並びに答案用紙 (化学その 3)

4 次の文章を読み、以下の問に答えなさい。

0.4 mol/L の過酸化水素水 10 mL に塩化鉄(Ⅲ)を加え、27℃ に保ちながら分解反応により発生した酸素を捕集し、5分ごとに体積を測定したところ表 1 のようになった。

表 1

時間(min)	0	5	10	15	20	25
発生した酸素の体積(mL)	0	25.7	40.0	48.6	51.7	53.8

ただし、実験時の大気圧は 1.01×10^5 Pa、27℃ での水蒸気圧は 3.60×10^3 Pa、気体定数 $R = 8.31 \times 10^3$ Pa・L/(mol・K) とし、過酸化水素の分解反応の反応速度 v [mol/(L・min)] は、過酸化水素の濃度を c [mol/L]、速度定数を k [min⁻¹] とすると $v = kc$ で表されるものとする。

問 1 開始から 5 分間における過酸化水素の平均の分解速度 \bar{v} を求めなさい。計算の過程を示すこと。

答 _____

問 2 問 1 で求めた平均の分解速度を用いて、開始から 5 分間における、この反応の速度定数 k [min⁻¹] を求めなさい。計算の過程を示すこと。

答 _____

問 3 速度定数 k と活性化エネルギー E_a の関係は次式のように表される。 T は絶対温度、 A は定数である。

$$\log_{10} k = -\frac{E_a}{2.30 RT} + \log_{10} A$$

触媒を変えて 37℃ で過酸化水素の分解反応を行ったところ、活性化エネルギー E_a は表 2 のようになった。酵素を触媒とした場合の反応速度は、塩化鉄(Ⅲ)を触媒とした場合に比べ何倍であったか求めなさい。計算の過程を示すこと。

ただし気体定数 $R = 8.31$ J/(mol・K) とし、必要なら $\log_{10} 2 = 0.30$, $\log_{10} 3 = 0.48$ を用いなさい。

答 _____

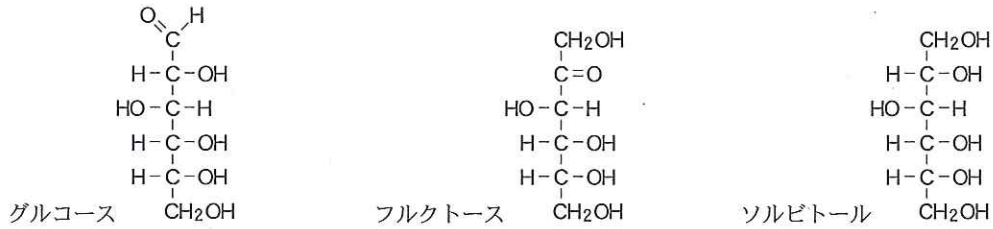
表 2

触 媒	E_a (kJ/mol)
な し	75.2
塩化鉄(Ⅲ)	42.1
酵 素	6.5

受 験 番 号	小 計

平成 24 年度入学者選抜試験問題並びに答案用紙 (化学その 4)

5 グルコース、フルクトースおよびソルビトールの構造式を次に示す。以下の問に答えなさい。なお、問 2 の答えは構造式に直接、記入し、その他の問の答えは解答欄に書きなさい。



問 1 各物質について、各々、適切な記述を次の選択肢から選んで記号で答えなさい。

- a. ケトン基を含む多価アルコールである。
- b. アルデヒド基を含む多価アルコールである。
- c. カルボキシル基を含む多価アルコール、すなわち、ヒドロキシカルボン酸である。
- d. a～c のどれにも該当しない多価アルコールである。

問 2 各物質について、上記の構造式中に含まれる不斉炭素をすべて丸で囲みなさい(直接、記入のこと)。

問 3 各物質について、分子式、組成式を書きなさい。

	グルコース	フルクトース	ソルビトール
問 1			
問 3	分子式		
	組成式		

問 4 ベネジクト液は尿中グルコースの簡易検出用に開発された反応液である。この検出法は、ベネジクト液中の銅(II)イオンが検体中のグルコースと反応して赤褐色の酸化銅(I)に変化して沈殿する現象を利用している。ベネジクト液との反応によりグルコースはどのような物質に変化するか、構造式を書きなさい。また、グルコースと構造のよく似たソルビトールではこの反応がおこらない理由を簡潔に説明しなさい。

問 5 ソルビトールの粉末を少量、口に含んだところ、甘みと同時に冷やっとした清涼感が感じられた。この理由として適切なものを次の選択肢から選んで記号で答えなさい。

- a. ソルビトール粉末の溶解は吸熱反応である。
- b. ソルビトール粉末の溶解は発熱反応である。
- c. ソルビトール粉末の溶解は中和反応である。
- d. ソルビトール粉末の溶解は酸化反応である。

問 4
構造式
理由

問 5

6 エステルの加水分解反応がアルカリ性の水溶液中で進むとき、水酸化物イオン OH⁻ はエステル結合のどの原子に結合を形成していくと考えられるか、各原子の電気陰性度の違いをもとに説明しなさい。ただし、C, H, O の電気陰性度はそれぞれ 2.5, 2.1, 3.5 である。

受験番号

小計