

平成 28 年度 入 試
個別学力試験問題(前期日程)

化 学

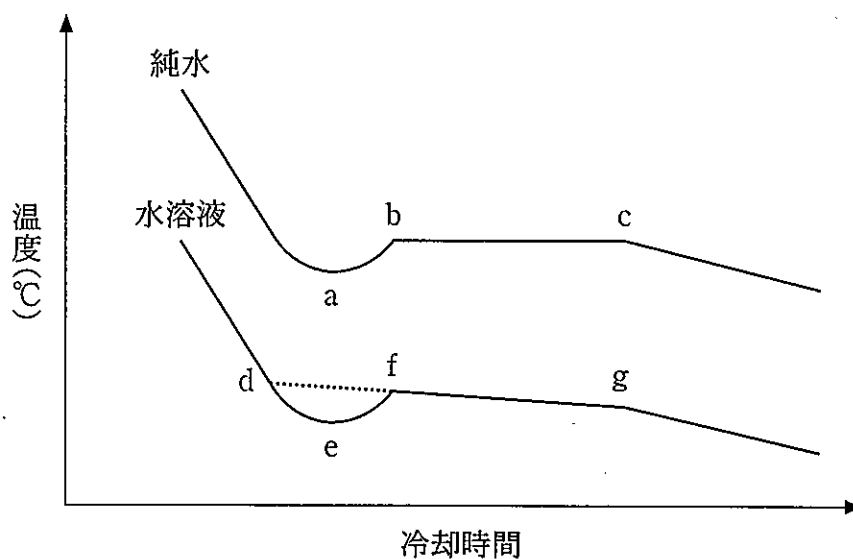
学部・学科	問 題
総合理工学部(物質科学科)	1, 2, 3, 4, 5
総合理工学部(物質科学科を除く) 生物資源科学部	1, 2, 3, 6

注 意

1. 志望学部・学科により、問題、解答用紙が異なるので、解答前に確認してください。
2. 問題紙は指示があるまで開いてはいけません。
3. 問題紙は 8 ページです。
4. 解答用紙は、総合理工学部物質科学科受験生は 5 枚、総合理工学部(物質科学科を除く)受験生、生物資源科学部受験生は 4 枚です。指示があつてから確認し、解答用紙の所定の欄に受験番号を記入してください。
5. 総合理工学部物質科学科受験生は 1, 2, 3, 4, 5 の問題を、総合理工学部(物質科学科を除く)受験生、生物資源科学部受験生は 1, 2, 3, 6 の問題を解答してください。
6. 答えはすべて解答用紙の所定のところに記入してください。
7. 解答用紙は持ち帰ってはいけません。
8. 試験終了後、問題紙は持ち帰ってください。

【共通問題】

- 1 純水とある水溶液を、それぞれゆっくりとかき混ぜながら冷却したときの温度変化を下図に示した。次の問いに答えよ。



- 問 1 純水の a の部分では、温度が一時的に低下している。この現象は何とよばれるか、その名称を答えよ。また、この現象はなぜ起こると考えられるか、説明せよ。
- 問 2 純水の b—c の部分では、冷却しているにもかかわらず温度が一定に保たれる。その理由を説明せよ。
- 問 3 水溶液の f—g の部分では、純水の b—c の部分とは異なり温度がしだいに低下する。その理由を説明せよ。
- 問 4 水溶液の凝固点は、d, e, f, g のどの点の温度とすればよいか、記号で答えよ。

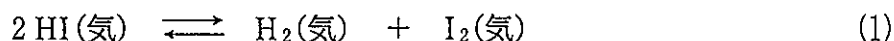
問 5 水 W kg に分子量 M の非電解質の溶質 w g を溶かした水溶液の凝固点 t ($^{\circ}\text{C}$) は, W , M , w , および水のモル凝固点降下 K_f ($\text{K}\cdot\text{kg}/\text{mol}$) を用いてどのような式で表されるか, 答えよ。

問 6 水 50.0 g に塩化バリウムを 0.00250 mol 溶かした水溶液と水 50.0 g にクロム酸カリウムを 0.00250 mol 溶かした水溶液を混合したのち, 温度を -0.372°C に保ち, 十分な時間放置した。この時, 何 g の氷が生成していると考えられるか, 有効数字 3 桁で答えよ。ただし, 水のモル凝固点降下 K_f を $1.86 \text{ K}\cdot\text{kg}/\text{mol}$, 塩化カリウム, クロム酸バリウムの -0.372°C における水への溶解度積をそれぞれ $1.40 \times 10^{-1} \text{ mol}^2/\text{L}^2$, $1.00 \times 10^{-10} \text{ mol}^2/\text{L}^2$ とし, すべての水溶液の密度を $1.00 \text{ g}/\text{cm}^3$ とする。また, その計算の過程も示せ。

【共通問題】

2 次の I, II の文を読み, 問いに答えよ。ただし, 必要であれば, 原子量として $H = 1.0$, $C = 12$, $O = 16$, $Ca = 40$ を用いよ。

I 純粋なヨウ化水素 HI を容器に入れ, $400\text{ }^{\circ}\text{C}$ に保ったところ, (1)式に示す平衡に達した。



正方向の反応について測定を行うと, 反応は 10 kJ/mol の吸熱反応であり, 反応速度 v_1 は HI の濃度の 2 乗に比例し, 活性化エネルギーは 184 kJ/mol であった。

また, 逆方向の反応では, 反応速度 v_2 は水素 H_2 およびヨウ素 I_2 の濃度にそれぞれ比例した。

問 1 (1)式の逆方向の反応の活性化エネルギー (kJ/mol) はいくらか, 有効数字 3 桁で答えよ。

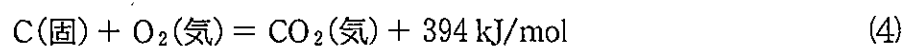
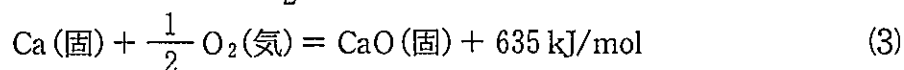
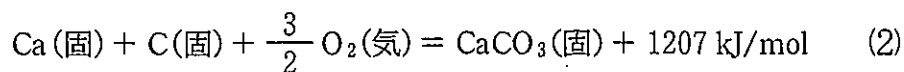
問 2 (1)式の反応の平衡定数 K を, 正方向の反応の速度定数 k_1 および逆方向の反応の速度定数 k_2 を用いて表せ。

問 3 (1)式の反応を, HI の物質量はそのまま, 同じ容器中, より高い温度で行うと, 平衡定数 K はどのように変化すると考えられるか。(ア)~(ウ)から選び, 記号で答えよ。また, そのように考えた理由を説明せよ。

(ア) 小さくなる (イ) 変化しない (ウ) 大きくなる

II 酸化カルシウムは、生石灰とも呼ばれる白色の固体である。工業的には、酸化カルシウムは、炭酸カルシウム(石灰石)を強熱してつくられる。^(a) 酸化カルシウムと水との反応は、64 kJ/mol の発熱反応である。^(b)

問 4 下線部(a)の熱化学方程式を書け。ただし、次の熱化学方程式(2)~(4)を参考とせよ。

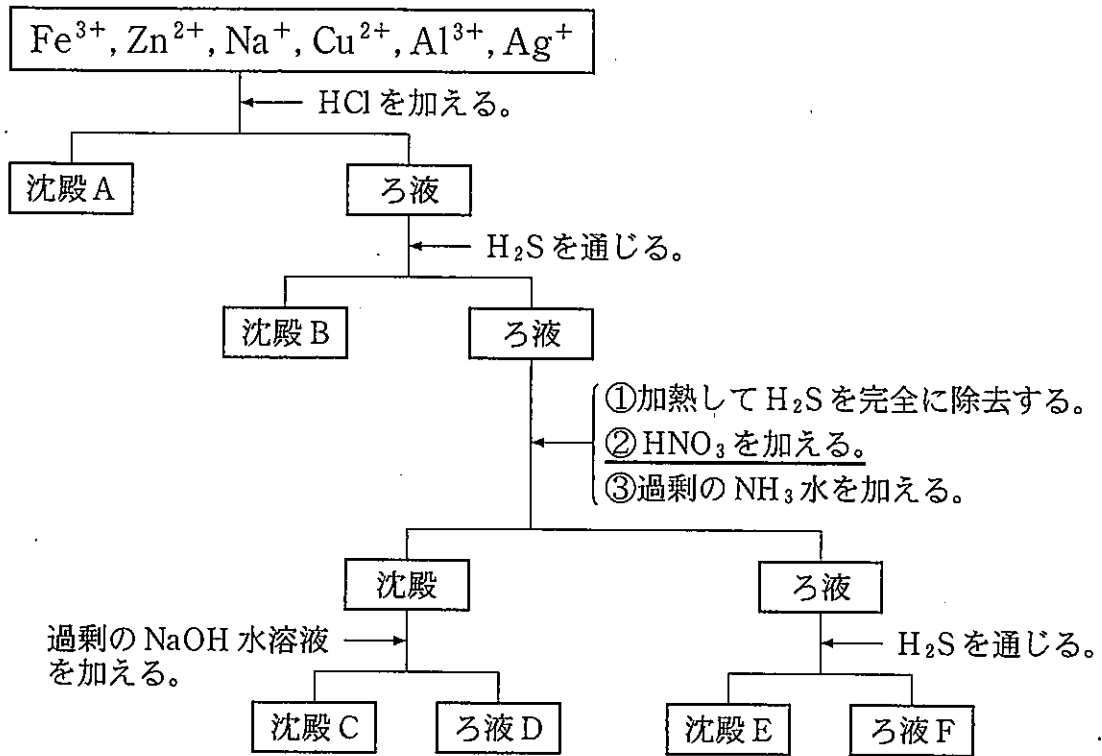


問 5 下線部(b)の反応熱を用いて、ある物質 A 200 g の温度を 50 K 上昇させたい。その時、酸化カルシウムは何 g 必要か、有効数字 2 桁で答えよ。ただし、物質 A の比熱(比熱容量)は 4.2 J/(g·K)とし、反応によって生じた熱量はすべて物質 A の温度上昇に用いられたものとする。また、その計算の過程も示せ。

問 6 下線部(b)の反応を身の回りで利用している例を一つ答えよ。

【共通問題】

3 次の6種類の金属イオンの分離、分析について、問いに答えよ。



問 1 沈殿 A, B, C, E の化学式をそれぞれ答えよ。また、ろ液 D に含まれる錯イオンを化学式で答えよ。

問 2 沈殿 B, E の色をそれぞれ答えよ。

問 3 図中の下線部の操作を行う理由を具体的に説明せよ。

問 4 ろ液 F には 6 種類の金属イオンのうち一つが含まれている。このイオンの存在を確認するための方法を簡単に説明せよ。

【総合理工学部物質科学科受験生用問題】

4 次の文を読み、問いに答えよ。ただし、必要であれば、 $\sqrt{2} = 1.41$, $\sqrt{3} = 1.73$ を用いよ。

鉄(Fe)は、主に鉄鉱石を溶鉱炉中で高温のコークスから発生する **ア** で還元して得られる。鉄は、灰白色の光沢をもった金属であり、その結晶構造は、常温では体心立方格子であるが、約 1000 °C に加熱することで ^(a)面心立方格子 _(b)に変化する。

鉄は、さびるという欠点があるが、**イ** やニッケルを加えた合金であるステンレス鋼は、さびにくく、広く利用されている。ステンレス鋼に含有される **イ** は、空気中の酸素と結合して強固な皮膜を形成し、内部を保護する。このように安定な酸化皮膜に表面を覆われた状態を **ウ** という。また、鉄は希硫酸を加えると気体を発生しながら溶け、淡緑色の水溶液となる。一方、^(c)鉄を濃硝酸に入れても、**ウ** をつくるため、溶けにくい。

鉄は、自動車や建造物の構造材料などとして利用されるだけでなく、例えば、使い捨てカイロにも使われている。また、高温高圧の条件下で、窒素と水素 ^(d)からアンモニアが生成するが、^(e)Fe₃O₄を加えることにより、反応をより短時間で進めることができる。これは、Fe₃O₄から生じたFeが **エ** として働いているためである。

問 1 **ア** , **イ** に適当な物質名を、**ウ** , **エ** に適当な語句を入れよ。

問 2 下線部(a)の単位格子の一辺の長さを 2.87×10^{-8} cm として、鉄の原子半径(cm)を有効数字 3 桁で求めよ。ただし、体心立方格子中で鉄原子は、球であり、互いに接しているものとする。また、その計算の過程も示せ。

問 3 下線部(b)について、面心立方格子の一辺の長さ(cm)を有効数字 3 桁で求めよ。ただし、鉄原子は、大きさが温度で変化せず、互いに接しているものとする。また、その計算の過程も示せ。

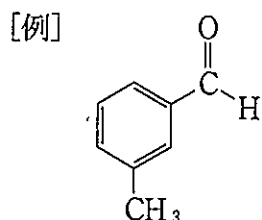
問 4 下線部(c)の化学反応式を示せ。

問 5 下線部(d)について、使い捨てカイロが温かくなる化学的理由を簡単に説明せよ。

問 6 下線部(e)の化学反応式を示せ。

【総合理工学部物質科学科受験生用問題】

- 5 次の文を読み、問いに答えよ。ただし、必要であれば、原子量として $H = 1.00$, $C = 12.0$, $O = 16.0$ を用いよ。また、構造式は下の例にならって書け。



化合物 A は、分子量 164 の炭素、水素、酸素からなる芳香族化合物である。32.8 mg の A を完全に燃焼させると、二酸化炭素が 88.0 mg と水が 21.6 mg 生成した。

A に水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱したのち、希塩酸を加えて酸性にしたところ、化合物 B と化合物 C が生じた。B と C にそれぞれ炭酸水素ナトリウム水溶液を加えたところ、C では二酸化炭素が発生したが、B では発生しなかった。また、B は、金属ナトリウムと反応して水素を発生したが、塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えても呈色しなかった。

化合物 D をおだやかに酸化するとアセトアルデヒドが生成し、アセトアルデヒドをさらに酸化すると C を生じた。C を十酸化四リンと加熱すると、二分子の C から化合物 E が得られた。E を D と反応させるとエステル化合物 F が生じ、E をアニリンと反応させると芳香族化合物 G が生成した。

- 問 1 化合物 A の分子式を答えよ。また、その計算の過程も示せ。
- 問 2 化合物 B としていくつかの異性体が考えられる。考えられるすべての異性体の構造式を書け。ただし、光学異性体は考慮しなくてよい。
- 問 3 化合物 C~F の構造式を書け。
- 問 4 アルデヒド基の還元性を利用して、その存在を確認する方法の一つを簡単に説明せよ。
- 問 5 下線部の反応を化学反応式で書け。

- 6 次の文を読み, 問いに答えよ。ただし, 必要であれば, 原子量として $H = 1.00$, $C = 12.0$, $O = 16.0$ を, 気体定数として $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$ を用いよ。

油脂は, グリセリンと高級脂肪酸が 結合した化合物である。高級脂肪酸は, 分子内に $C=C$ 結合をもつ と $C=C$ 結合をもたない に分類される。油脂に水酸化ナトリウム水溶液を加えて熱することで, グリセリンと脂肪酸のナトリウム塩が得られる反応を という。

油脂 A 4.01 g を完全に するために, 1.00 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 15.0 mL が必要であった。そののち, 反応溶液を酸性にしたところ, 2種類の脂肪酸 B と脂肪酸 C が得られた。この時, 得られた生成物の組成は, 物質量の比で, グリセリン:脂肪酸 B:脂肪酸 C = 1:1: であった。また, 得られた脂肪酸 B を元素分析したところ, 成分元素の質量百分率は, 炭素 75.0%, 水素 12.5%, 酸素 12.5% であった。さらに, 1.00 mol の脂肪酸 C に対し, 水素を反応させたところ, 1.00 mol の水素が付加し, 脂肪酸 B が得られた。

問 1 ~ に適当な語句または数字を入れよ。

問 2 油脂 A の分子量を, 有効数字 3 桁で求めよ。また, その計算の過程も示せ。

問 3 脂肪酸 B の示性式を示せ。また, その計算の過程も示せ。

問 4 下線部のように, 脂肪酸 C 1.27 g に対して水素を付加させたとき, 反応する水素は, 標準状態(温度 0°C , 圧力 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$)での体積に換算して何 mL になるか, 有効数字 3 桁で答えよ。また, その計算の過程も示せ。