

デザイン工学部A方式Ⅱ日程・理工学部A方式Ⅱ日程
生命科学部A方式Ⅱ日程

3 限 理 科 (75 分)

科 目	ページ
物 理	2～9
化 学	10～17
生 物	18～31

〈注意事項〉

1. 試験開始の合図があるまで、問題冊子を開かないこと。
2. 解答はすべて解答用紙に記入しなさい。
3. 志望学部・学科によって選択できる科目が決まっているので注意すること。

志望学部(学科)	受験科目
デザイン工学部(建築)	物理または化学
理工学部(電気電子工・経営システム工・創生科)	
生命科学部(環境応用化・応用植物科)	物理, 化学または生物

4. 科目の選択は、受験しようとする科目の解答用紙を選択した時点で決定となる。
一度選択した科目の変更は一切認めない。
5. 問題冊子のページを切り離さないこと。

(化 学)

- 注意 1. 解答は、すべて解答用紙の指定された解答欄に記入せよ。
2. 計算問題では、必要な式や計算、説明も解答欄に記入せよ。
3. 記述問題では、化学式を示す場合はマス目を自由に使ってよい。
4. 必要であれば、簡単のために原子量は下記の値を用いよ。

元素	H	C	O	P
原子量	1.00	12.0	16.0	31.0

5. 必要であれば、下記の値を用いよ。

$$\text{アボガドロ定数 } N_A = 6.00 \times 10^{23} / \text{mol}$$

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

$$\sqrt{2} = 1.41, \sqrt{3} = 1.73, \sqrt{5} = 2.24, \sqrt{7} = 2.65, \sqrt{11} = 3.32,$$

$$\sqrt{13} = 3.61$$

〔I〕 つぎの文章を読んで、以下の設問に答えよ。

リンは天然には単体では存在せず、工業的には、骨や歯の主成分としても知られる。 (A) を含む鉱石を、電気炉中で強熱し、 (ア) リン P_4 として得る。 (A) を硫酸と反応させて得られる混合物は過リン酸石灰と呼ばれ、

(a)
(1) (ア) として広く用いられている。 (ア) リンは空気中で自然発火するため、 (2) に保存する。 (ア) リンを空気を断って 250°C で加熱すると (イ) 色の (ウ) リンになる。 (ウ) リンは (ア) リンの (3) である。

(ア) リンを空気中で完全に燃焼したとき、白色の粉末 (B) が得られた。

(b)
粉末の (B) に多量の純水を加えて加熱すると、水と反応する。ここで得られた化合物 C の水溶液は、発電時に水のみが生じるクリーンなエネルギー源と

(c)

して知られる の電解液としても用いられている。また、下線部(c)の反
応後の溶液に を加えて加熱して得られる化合物も、^(d) として
 利用されている。

1. 空欄(A)および(B)に適切な化合物の名称を日本語で記せ。
2. 空欄(ア), (イ), (ウ)に適切な語を、つぎの①～⑨の中から選び、番号で記せ。ただし、選択肢は重複して使用することはできない。

① 緑	② 黒	③ 青	④ 黄	⑤ 赤
⑥ 青紫	⑦ 黄褐	⑧ 赤褐	⑨ 黄緑	
3. 空欄(1), (2), (3), (4)に適切な語を記せ。
4. 下線部(a), (b), (c), (d)の化学反応を化学反応式で記せ。
5. 空欄(B)にあてはまる化合物の性質および用途として、正しいものをつぎの①～⑤の中から2つ選び、番号で記せ。

① 酢酸から無水酢酸を作る際に用いられている。
② 消臭剤として用いられている。
③ 吸湿性が強く、乾燥剤として用いられている。
④ 食品保存料として用いられている。
⑤ マッチ箱の着火剤として用いられている。
6. 下線部(b)で 3.10 g の リンが燃焼した。得られた粉末の全量を下線部(c)の操作で、純水に溶解し、全量で 100 g とした。この化合物 C の水溶液の質量パーセント濃度を有効数字 2 桁で記せ。

化学

〔Ⅱ〕 つぎの文章を読んで、以下の設問に答えよ。ただし、気体はすべて理想気体であるものとする。

原油はアルカンやシクロアルカンなどの炭化水素の混合物であり、沸点の違いを利用して石油ガス、ナフサ、軽油、重油などの成分に分けられる。現在、自動車燃料として主流のガソリンは白金やレニウムなどの希少金属を利用した触媒を用いて、ナフサを枝分かれの多い炭化水素に変える反応などを経て得られている。一方、メタンを主成分とする天然ガスは硫化物などの有害物質や二酸化炭素の排出量が比較的少ない、クリーンな燃料として利用されている。近年はさらにクリーンな燃料として、水素が注目されている。水素は水の電気分解によっても得られるが、工業的には天然ガスに含まれるメタンを水蒸気と反応させてつくられている。しかし、自動車燃料として安全に搭載する方法など、普及に向けて多くの課題を抱えている。

1. 下線部(a)に関して分子式が C_5H_{12} 、 C_6H_{14} であるアルカンの構造異性体の数をそれぞれ数字で記せ。
2. 下線部(b)の反応では、まずメタンガスが水蒸気と反応して気体の水素と一酸化炭素を生じる反応が起こる。この反応の熱化学方程式を記せ。ただし、1 mol のメタンガスが反応するときの反応熱は -206 kJ である。
3. 設問2の反応で生じた気体の一酸化炭素は強い還元性を持つため、水蒸気と反応して気体の水素がさらに生じる反応も起こる。この反応の熱化学方程式を記せ。ただし、1 mol の一酸化炭素が反応するときの反応熱は $+41 \text{ kJ}$ である。
4. 設問3の一酸化炭素と水蒸気の反応は実際には可逆反応である。一酸化炭素 3.00 mol と水蒸気 3.00 mol を 6.00 L の容器に入れて 800 K に保ち、平衡に達したときに生じている水素の量は何 mol であるか。有効数字2桁で求めよ。ただし、この水素発生反応の 800 K における平衡定数 K は 4.00 である。

化学

〔Ⅲ〕 つぎの文章を読んで、以下の設問に答えよ。

金属陽イオンの分離は、有用金属資源の回収や排水の浄化の観点から、非常に大切である。6種類の金属の陽イオン(K^+ , Ag^+ , Ca^{2+} , Zn^{2+} , Cu^{2+} , Fe^{3+})を含む混合水溶液^(a)から、各イオンを分離するため、以下の(i)~(v)の実験操作を行った。なお、(i)~(v)の実験操作において、ろ過を行う際、沈殿として分離した金属イオンはろ液から完全に取り除かれているものとする。

- (i) 混合水溶液に希塩酸を加えると化合物Aの白色沈殿を生じた。ろ過によって、化合物Aとろ液Bに分離した。この化合物Aに光を当てると黒色に変化した。^(b)
- (ii) ろ液Bに硫化水素を通じると化合物Cの黒色沈殿を生じた。ろ過によって、化合物Cとろ液Dに分離した。
- (iii) ろ液Dを煮沸後、希硝酸を加えて加熱し、冷却後に塩化アンモニウムとアンモニア水を加えると化合物Eの赤褐色沈殿を生じた。ろ過によって、化合物Eとろ液Fに分離した。^(c)
- (iv) ろ液Fに硫化水素を通じると硫化亜鉛の白色沈殿を生じた。ろ過によって、^(d)硫化亜鉛の沈殿とろ液Gに分離した。
- (v) ろ液Gに炭酸アンモニウム水溶液を加えると化合物Hの白色沈殿を生じた。ろ過によって、化合物Hとろ液Iに分離した。白金線の先をろ液Iに浸し、その白金線を取り出した後にガスバーナーで加熱すると赤紫色の炎色反応を示した。

1. 下線部(a)の6種類の金属の中でイオン化傾向がもっとも小さい金属を元素記号で記せ。
2. 化合物A, C, E, およびHの組成式とろ液I中に含まれる金属イオンのイオン式を記せ。
3. 下線部(a)の混合水溶液中に(1) Na^+ , (2) Pb^{2+} , (3) Ba^{2+} , および(4) Al^{3+} を加えて(i)~(v)の実験操作を行った。(1)~(4)のイオンは化合物A, C, E, H, 硫化亜鉛, およびろ液Iのうち、どれと一緒に分離されるか。つぎの①~⑥の中から選び、番号で記せ。

- | | | |
|--------|--------|--------|
| ① 化合物A | ② 化合物C | ③ 化合物E |
| ④ 化合物H | ⑤ 硫化亜鉛 | ⑥ ろ液I |

4. 下線部(b)の変化を化学反応式で記せ。
5. 化合物Cを濃硝酸で溶解後、過剰のアンモニア水を加えたときの水溶液の色と生成する錯イオンのイオン式を記せ。
6. 化合物E中に含まれる金属を主成分とし、亜鉛をめっきして酸化を防止した材料の名称を記せ。
7. 下線部(c)で希硝酸を加える理由を40字以内で記せ。
8. 下線部(d)で25.0℃のろ液F中に含まれる Zn^{2+} 濃度が $2.00 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ のとき、硫化亜鉛の沈殿を生じるためには硫化物イオン濃度を何 mol/L より大きくする必要があるか。有効数字2桁で求めよ。ただし、25.0℃のろ液F中から沈殿する硫化亜鉛の溶解度積 K_{sp} は $1.20 \times 10^{-23} \text{ mol}^2/\text{L}^2$ とする。
9. 下線部(d)で25.0℃のろ液F中の Zn^{2+} 濃度が $1.20 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ のとき、硫化水素を通じて硫化亜鉛の沈殿を生じるには水素イオン濃度を何 mol/L 未満にする必要があるか。有効数字2桁で求めよ。ただし、硫化水素を通じたる液F中の硫化水素濃度は $1.00 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ 、25.0℃における硫化亜鉛の溶解度積 K_{sp} は $1.20 \times 10^{-23} \text{ mol}^2/\text{L}^2$ 、硫化水素の電離平衡($\text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons 2\text{H}^+ + \text{S}^{2-}$)における電離定数 K_{a} は $1.30 \times 10^{-21} \text{ mol}^2/\text{L}^2$ とする。

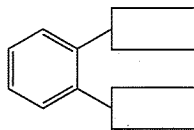
化学

〔IV〕 つぎの文章を読んで、以下の設問に答えよ。

炭素、水素、酸素からなり分子量が 200 以下の芳香族化合物 A, B, C, D を含むエーテル溶液がある。化合物 A, B, C は、ベンゼンの一置換体または二置換体であり、分子式はいずれも C_7H_8O である。また、化合物 D はベンゼンの二置換体であり、138 mg の化合物 D を完全燃焼すると、308 mg の二酸化炭素と 54 mg の水が生じる。なお、ベンゼンの二置換体はいずれも ^{オルト} *o*-異性体である。

化合物 A, B, C, D を分離することを目的に、つぎの操作を行った。化合物 A, B, C, D を含むエーテル溶液を炭酸水素ナトリウム水溶液と振り混ぜたのち、エーテル層 I と水層 I を分離した。水層 I を酸性にすると化合物 D が生じた。つぎに、エーテル層 I を水酸化ナトリウム水溶液と振り混ぜたのち、エーテル層 II と水層 II を分離した。水層 II を酸性にすると化合物 A が生じた。エーテル層 II に残った化合物 B と化合物 C を、沸点の違いを利用して分留したところ、化合物 C より先に化合物 B が留出物として得られた。

1. 下線部(a)の操作を行うのに適した器具の名称を記せ。
2. 化合物 D の分子式を記せ。分子式を求めた計算過程についても記せ。
3. 化合物 A, B, C, D の構造を示した、つぎの図の空欄に入る適切な原子または原子団を、下の①～⑩の中からそれぞれ 2 つずつ選び、番号で記せ。ただし、同じ選択肢を繰り返し選んでもよい。



- | | | | |
|-----------|-------------|--------------|------------|
| ① H | ② CH_3 | ③ CH_2CH_3 | ④ CH_2OH |
| ⑤ CHO | ⑥ COOH | ⑦ $COOCH_3$ | ⑧ OH |
| ⑨ OCH_3 | ⑩ $OCOCH_3$ | | |

4. それぞれ 1.00 mol の化合物 A, B, C, D がナトリウムと過不足なく反応するとき, 発生する水素の体積は標準状態 (0°C , $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$) においてそれぞれ何 L か。つぎの①~⑥の中から選び, 番号で記せ。ただし, 反応しない場合は①を選べ。また, 同じ選択肢を繰り返し選んでもよい。

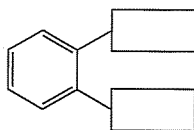
- ① 0 L ② 11.2 L ③ 22.4 L
 ④ 33.6 L ⑤ 44.8 L ⑥ 56.0 L

5. 化合物 A, B, C, D のうち, 塩化鉄(III)水溶液で呈色するものすべてを記号で記せ。

6. 下線部(b)の理由を記述したつぎの文章の空欄に入る適切な語句を記せ。

化合物 C は 基をもち分子間に を形成するため, 化合物 B より沸点が なる。

7. 化合物 D にメタノールと濃硫酸を作用させると化合物 E を生じる。化合物 E の構造を示した, つぎの図の空欄に入る適切な原子または原子団を, 下の①~⑩の中から 2 つ選び, 番号で記せ。ただし, 同じ選択肢を 2 つ選んでもよい。



- ① H ② CH₃
 ③ CH₂CH₃ ④ CH₂OH
 ⑤ CHO ⑥ COOH
 ⑦ COOCH₃ ⑧ OH
 ⑨ OCH₃ ⑩ OCOCH₃