

## 平成 21 年度前期日程入学試験学力検査問題

# 理 科

平成 21 年 2 月 25 日 13 : 30 ~ 16 : 00 (150 分)

物 理…… 4 ~ 17 ページ, 化 学…… 18 ~ 31 ページ

生 物…… 32 ~ 47 ページ, 地 学…… 48 ~ 56 ページ

志 望 学 部	試 験 科 目
理 学 部 農 学 部	物理, 化学, 生物, 地学のうちから 2 科目選択
医 学 部 歯 学 部	物理, 化学, 生物のうちから 2 科目選択
薬 学 部 工 学 部	物理(指定), 化学(指定)

### 注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで, この問題冊子, 解答用紙を開いてはいけない。
2. この問題冊子は, 56 ページである。問題冊子の白紙のページや問題の余白は草案のために使用してよい。なお, ページの脱落, 印刷不鮮明の箇所などがあった場合には申し出ること。
3. 解答は, 必ず黒鉛筆(シャープペンシルも可)で記入し, ボールペン・万年筆などを使用してはいけない。
4. 解答用紙の受験記号番号欄(1 枚につき 2 か所)には, 忘れずに受験票と同じ受験記号番号をはっきりと判読できるように記入すること。
5. 解答は, 必ず選択した科目の解答用紙の指定された箇所に記入すること。
6. 解答用紙を持ち帰ってはいけない。
7. 試験終了後, この問題冊子は持ち帰ること。

# 化 学

計算のために必要な場合には、以下の数値を使用せよ。

原子量  $H = 1.0$   $C = 12.0$   $O = 16.0$

気体定数  $R = 8.31 \text{ kPa}\cdot\text{l}/(\text{mol}\cdot\text{K})$ ,

ファラデー定数  $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

$l$ はリットルを表す。解答に字数の指定がある場合、字数には句読点、数字、アルファベット、および記号も1字として数えよ。

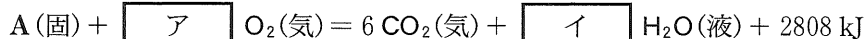
(例) 

4	°	C	の	H	<sub>2</sub>	O	が	,
---	---	---	---	---	--------------	---	---	---

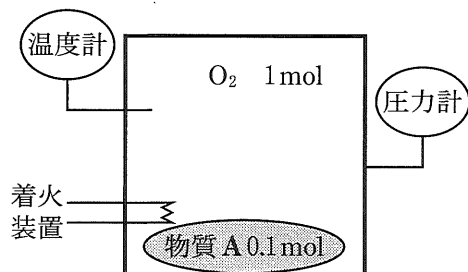
**1** 次の文章を読み、問1から問8に答えよ。問題文中の数値は、すべて有効数字3桁<sup>けた</sup>以上として扱ってよい。

室温大気圧下で無色の粉末結晶(固体)である物質Aがある。この物質Aは、セルロースなどを構成する単糖であり、水にはよく溶ける。そこで、水100gに物質A 20gを溶解させた水溶液を調製して、<sup>a)</sup>フェーリング液を加えたところ赤色沈殿が生じた。また、その水溶液の凝固点を測定すると<sup>b)</sup>-2.05℃であった。

また、物質Aと酸素を反応させる燃焼実験を行った。その熱化学方程式は、



のように表される。具体的な実験では、図のように0.1 molの物質Aと酸素1 molを内容積20 lの密閉容器に入れ、完全に燃焼させた。その容器を<sup>d)</sup>温度130℃まで加熱したところ内容物はすべて気体となった。



問 1 下線部 a) のように、物質 A と同様に水によく溶ける性質を示すものを次の(a)から(d)の中からすべて選び、解答欄の記号を○で囲め。

- (a) ヨウ素 (b) 塩化ナトリウム  
(c) エタノール (d) ヘキサン

問 2 フェーリング液を添加した下線部 b) の結果から導き出せる物質 A の水溶液の性質として正しいものを次の(a)から(d)の中から 1 つ選び、解答欄の記号を○で囲め。

- (a) 酸化性 (b) 還元性 (c) 中性 (d) 揮発性

問 3 下線部 c) の凝固点のデータおよび質量モル濃度から、この物質 A の分子量を計算せよ。ただし、水のモル凝固点降下が  $1.85 \text{ K} \cdot \text{kg}/\text{mol}$  であり、物質 A は水溶液中でイオン化しないとする。なお、計算過程も書け。

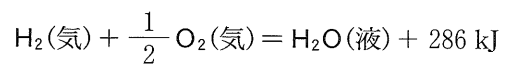
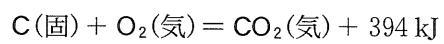
問 4 単糖の物質 A は C, H, O の元素から構成され、一般式  $\text{C}_m\text{H}_{2n}\text{O}_n$  で表される。物質 A の分子式中の  $m$  および  $n$  を決定せよ。

問 5 問 4 の結果を利用して、熱化学方程式中の空欄  および  に適切な数字を答えよ。

問 6 熱化学方程式中の反応熱の符号から、物質 A の燃焼反応は  反応である。空欄  に入る適切な語句を書け。

問 7 下線部 d) の状態の気体は理想気体であるとし、そのときの全圧 [kPa] および水の分圧 [kPa] を有効数字 3 桁<sup>けた</sup>で求めよ。なお、 $0^\circ\text{C}$  を  $273 \text{ K}$  として扱い、計算過程も書け。

問 8 二酸化炭素と水の生成熱が、次のようにそれぞれ 394 kJ/mol および 286 kJ/mol であるとき、物質 A の生成熱 [kJ/mol] を有効数字 3 桁で求めよ。なお、計算過程も書け。



——このページは白紙——

2 次の文章(I)と(II)を読み、問1から問7に答えよ。

(I) 1種類の元素だけでできている純物質を **ア** という。金属の **ア** が、水溶液中で電子を放出して **イ** になる性質の強さを表す指標を、金属の **ウ** という。 **ウ** が大きい金属ほど酸化されやすい。金属の反応は **ウ** に密接<sup>a)</sup>に関連しており、電池や電気分解における化学反応を理解する上で重要な要素である。<sup>b)</sup>

問1 文中の空欄 **ア** から **ウ** に入る適切な語句を答えよ。

問2 下線部a)およびb)を理解するために、実験1から実験4を行った。

実験1：硝酸銀水溶液を容器に入れ、銅板と亜鉛板を図1のように浸した。

実験2：酢酸鉛水溶液を容器に入れ、銅板と亜鉛板を図1のように浸した。

実験3：希硫酸を容器に入れ、銅板と亜鉛板を図1のように浸した。

実験4：実験3の両金属間を図2のように導線でつなぎ、両金属間の電位差(電圧)を測定した。

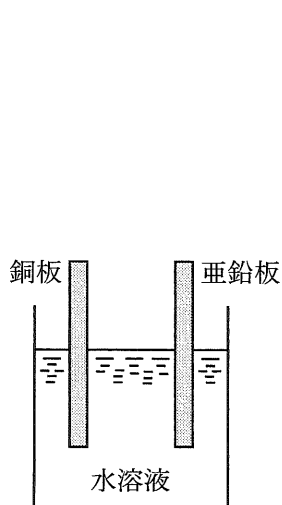


図1 実験1から3の概略図

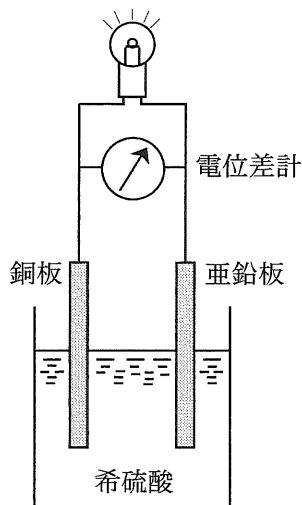


図2 銅板と亜鉛板の間の電位差測定装置

以下の3つの問いに答えよ。

- (1) 実験1および実験2における金属板上での反応について、正しいものをすべて選び、解答欄の記号を○で囲め。
- (a) 硝酸銀水溶液中で、銅板上に銀が析出した。
  - (b) 酢酸鉛水溶液中で、銅板上に鉛が析出した。
  - (c) 硝酸銀水溶液中で、亜鉛板上に銀が析出した。
  - (d) 酢酸鉛水溶液中で、亜鉛板上に鉛が析出した。
  - (e) 硝酸銀水溶液中では、両金属板上で銀の析出はおこらなかった。
  - (f) 酢酸鉛水溶液中では、両金属板上で鉛の析出はおこらなかった。
- (2) 実験3において、亜鉛板からのみ水素が発生した。この結果より、下線部 a) の酸化されやすさの順として、正しいものを1つ選び、解答欄の記号を○で囲め。

	1 番目	2 番目	3 番目
(a)	Cu	Zn	H <sub>2</sub>
(b)	Cu	H <sub>2</sub>	Zn
(c)	Zn	Cu	H <sub>2</sub>
(d)	Zn	H <sub>2</sub>	Cu
(e)	H <sub>2</sub>	Cu	Zn
(f)	H <sub>2</sub>	Zn	Cu

- (3) 実験4において、電流が導線を通ると電圧は急激に低下した。この現象は、おもに金属表面に付着した水素の泡によって電流が流れにくくなるためと、生じた水素がイオンにもどろうとするためにおこり、電池の分極と呼ばれている。この溶液に二クロム酸カリウムを加えると、電圧は再び増加した。これは、電極表面で新しい化学反応がおこったためである。この化学反応を、電子 e<sup>-</sup> を含むイオン反応式で書け。また、この電圧の増加を引きおこした化学反応は銅板と亜鉛板のどちらの電極上でおこったか記せ。

問 3 ある金属  $M$  をその金属イオンの  $1 \text{ mol/l}$  水溶液 ( $1 \text{ mol/l } M^{n+}$  水溶液) に浸し、図 3 のような装置を組むことによって、金属  $M$  と水素 ( $H_2$ ) との電位差を測定した。電極 E1 は水素電極とよばれ、電極表面に水素を供給することにより、水素と水素イオンとの間の酸化還元反応がおきる。以下の 4 つの問いに答えよ。図 3 の電位差計の抵抗は有限であり、微弱な電流が流れるとする。

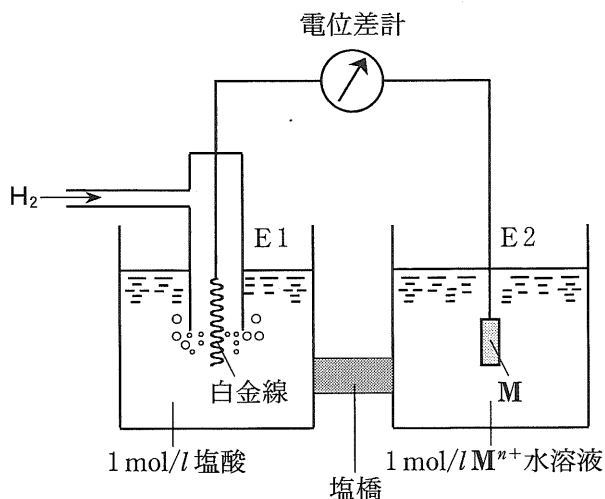


図 3 水素電極による金属  $M$  と水素の間の電位差測定装置

注) 塩橋とは  $KCl$  などの塩の水溶液を寒天などで固めて入れた管であり、塩橋によって両側の電解液が電気的に接続される。

- (1)  $M$  がニッケルするとき、電極 E1 でおこる反応を、電子  $e^-$  を含むイオン反応式で書け。
- (2)  $M$  が銅するとき、電極 E2 でおこる反応を、電子  $e^-$  を含むイオン反応式で書け。
- (3)  $M$  が鉄またはニッケルするとき、それぞれの金属  $M$  は正極と負極のどちらになるか、正しい組み合わせを 1 つ選び、解答欄の記号を  $\bigcirc$  で囲め。
 

(a) 鉄：正極，ニッケル：負極	(b) 鉄：負極，ニッケル：正極
(c) 鉄：正極，ニッケル：正極	(d) 鉄：負極，ニッケル：負極

(4) **M** が銅または鉛のとき、電極 E 1 で水素の供給を止めたときの電極 E 1 および E 2 でおこる化学反応について正しいものをすべて選び、解答欄の記号を○で囲め。

- (a) **M** が銅のとき、電極 E 1 および E 2 での化学反応は水素を供給したときと変わらない。
- (b) **M** が銅のとき、電極 E 1 および E 2 では化学反応がおこらない。
- (c) **M** が銅のとき、電極 E 1 で気体が発生する。
- (d) **M** が鉛のとき、電極 E 1 および E 2 での化学反応は水素を供給したときと変わらない。
- (e) **M** が鉛のとき、電極 E 1 および E 2 では化学反応がおこらない。
- (f) **M** が鉛のとき、電極 E 1 で気体が発生する。

(II) 下記の化合物のいずれか 1 種類を含む A から D の水溶液がある。これら 4 種類の水溶液 A から D について、実験 5 から実験 9 を行った。

硫酸鉄(II)、硝酸鉛(II)、塩化銅(II)、硝酸銀(I)

実験 5 : A に水酸化ナトリウム水溶液を加えると、暗褐色の沈殿が生じた。  
c)  
この溶液に過剰のアンモニア水を加えると、沈殿が消えて無色の溶液になった。

実験 6 : B に A を加えると、白色沈殿が生じた。この白色沈殿は、アンモニア水に溶けた。B に水酸化ナトリウム水溶液を加えると、青白色の沈殿が生じた。この青白色沈殿にアンモニア水を加えると溶解し、深青色の溶液になった。  
d)

実験 7 : C に希硫酸を加えると、白色沈殿が生じた。C に水酸化ナトリウム水溶液を加えると、はじめは白色沈殿が生じたが、過剰量加えると再び溶解し無色の溶液になった。  
e)

実験 8 : D を硫酸酸性として過マンガン酸カリウム水溶液を加えると、過マンガン酸カリウムの赤紫色が消えた。  
f)  
また、D にアンモニア水を加えると、緑白色沈殿が生じた。

実験 9 : 2 つの電解槽 I および II と、黒鉛を用いた電極 E3 から E6 を用いて、図 4 のような装置を組み立てた。電解槽 I に A、電解槽 II に B を入れて電気分解を行った。

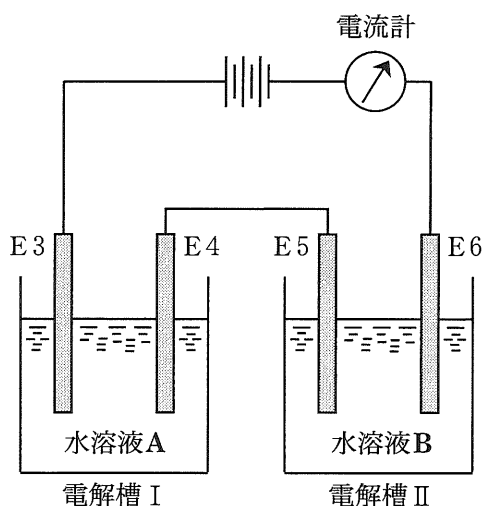


図4 電極 E3 から E6 を用いた電気分解装置

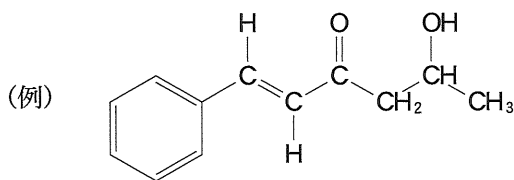
問 4 下線部 c) から f) の化学反応をイオン反応式で記せ。ただし、溶液内で解離している物質は、イオンとして書け。

問 5 実験 9 において、電極 E5 でおこる反応を、電子  $e^-$  を含むイオン反応式で書け。

問 6 実験 9 において、 $1.0\text{ A}$  の電流を  $t$  分間流して電気分解を行った。電極 E6 で得られる物質の質量が  $x\text{ g}$  であるとき、ファラデー定数  $F[\text{C/mol}]$  を求める式を示せ。ただし、電極 E6 で得られる物質の原子量を  $m$  とする。

問 7 実験 9 において、電極 E3 から気体が発生した。この気体の標準状態 ( $0^\circ\text{C}$ ,  $101.3\text{ kPa}$ ) での体積は  $672\text{ ml}$  であった。通じた電気量は何クーロン (C) か、有効数字 3 桁<sup>けた</sup>で求めよ。ただし、気体は理想気体とし、溶液への気体の溶解は無視できるものとする。また、通じた電気量は、すべて化学反応に使われたものとする。

- 3 化合物 A, B, C, D, E は炭素数 4 つ以上からなる, 炭化水素または炭素, 水素, 酸素からできた有機化合物であり, これらの分子量はすべて 100.0 である。A, B, C, D の分子式はすべて異なるが, E は A の構造異性体である。不斉炭素原子を A, B, C は 1 つもち, D と E はもたない。下記の実験 1 から実験 9 を読み, 問 1 から問 8 に答えよ。構造式は, 光学異性体を区別せず, 次の例にならって書け。



実験 1 A, B, C の混合物をエーテルに溶かした後, 炭酸水素ナトリウム水溶液を加え, よく振り混ぜた。エーテル層と水層を分離した後, エーテル層のエーテルを蒸発させると, B と C の混合物が得られた。一方, 水層に希塩酸を加えて中和した後, これをエーテルで抽出し, このエーテル層を濃縮したところ, 化合物 A が得られた。

実験 2 実験 1 で得られた B と C の混合物を加熱したところ, 沸点の差によって B と C を分離することができた。

実験 3 A 5.0 mg を完全燃焼させると, 水 3.6 mg と二酸化炭素 11.0 mg が生成した。

実験 4 触媒存在下で, B に十分な量の水素を反応させたところ, 分子量が B より 2.0 増加した不斉炭素原子を 2 つもつ化合物 F が得られた。また, B に臭素水を加えたところ, 臭素水の色が消失した。

実験 5 **B** を水酸化ナトリウム水溶液中でヨウ素と反応させると、特有のにおいをもつ黄色沈殿が生じた。

実験 6 化合物 **G** は三重結合を 2 つもつ炭化水素である。触媒存在下で、**G** に十分な量の水素を反応させたところ、**C** が得られた。

実験 7 **E** は、6 個の原子からなる環をもつ化合物である。1 mol の **E** に十分な量の水素を触媒存在下で反応させたところ、水素分子 1 mol が消費され、化合物 **H** が得られた。**H** は不斉炭素原子をもたないことがわかった。一方、**E** に臭素水を加えても、臭素水の色に変化は見られなかった。

実験 8 **E**、**H** を 0.1 mol ずつ別々にエーテルに溶解し、それぞれの溶液に十分な量のナトリウムを加えたところ、**H** の溶液からは水素ガスが 0.05 mol 発生したが、**E** の溶液からは水素ガスは発生しなかった。

実験 9 **D** と **H** の混合物を加熱したところ、エステル結合をもち分子量が 202.0 である化合物 **I** が得られた。**I** は不斉炭素原子をもたないことがわかった。**I** に炭酸水素ナトリウム水溶液を加えたところ、二酸化炭素が発生した。

問 1 実験 2 で行った分離方法の名称を書け。

問 2 **A** の分子式と構造式を書け。

問 3 **B** には幾何異性体は存在しない。**B** の分子式と構造式を書け。

問 4 **C** の分子式と構造式を書け。

問 5 C と C の構造異性体の中で、もっとも沸点の高い化合物の構造式を書け。

問 6 B と C で、沸点が低いのはどちらか。化合物の記号を書け。またその理由を、互いの構造を比較して 50 字以内で述べよ。

問 7 E と H の構造式を書け。

問 8 D の分子式と構造式、および I の構造式を書け。

——このページは白紙——