

# 平成20年度 個別学力試験問題

## 理 科 (120分)

生命環境学群 (生物学類, 生物資源学類, 地球学類)  
(地球学類)※地理歴史を選択する者は, 理科1科目と合わせて  
120分

理工学群 (数学類, 物理学類, 化学類, 応用理工学類, 工学システム学類)  
情報学群 (情報科学類)  
(知識情報・図書館学類)※1科目選択で60分

医学群 (医学類, 医療科学類)  
(看護学類)※1科目選択で60分

### 目 次

物	理	.....	1
化	学	.....	7
生	物	.....	13
地	学	.....	21

### 注 意

- 1 問題冊子は1ページから24ページまでである。
- 2 受験者は下表の志望する学類の出題科目を解答すること。

学 類	出 題 科 目				備 考
	物理	化学	生物	地学	
生 物 学 類	○	○	○	○	○印の中から2科目を選択解答
生 物 資 源 学 類	○	○	○	○	○印の中から2科目を選択解答
地 球 学 類	○	○	○	○	○印の中から2科目を選択解答 又は地理歴史を選択する者は○ 印の中から1科目選択
数 学 類	○	○	○	○	○印の中から2科目を選択解答
物 理 学 類	○	○	○	○	○印の中から2科目を選択解答
化 学 類	○	○	○	○	○印の中から2科目を選択解答
応 用 理 工 学 類	◎	○	○	○	◎印の物理は必須, ○印の中 から1科目を選択解答
工 学 シ ス テ ム 学 類	◎	○	○	○	◎印の物理は必須, ○印の中 から1科目を選択解答
情 報 科 学 類	○	○	○	○	○印の中から2科目を選択解答
知 識 情 報 ・ 図 書 館 学 類	○	○	○	○	○印の中から1科目を選択解答
医 学 類	○	○	○		○印の中から2科目を選択解答
看 護 学 類	○	○	○		○印の中から1科目を選択解答
医 療 科 学 類	○	○	○		○印の中から2科目を選択解答

# 化 学

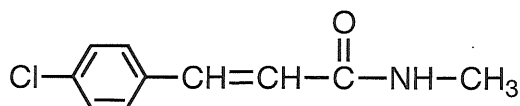
問題Ⅰ～Ⅲについて解答せよ。字数を指定している設問の解答では、数字、アルファベット、句読点、括弧、記号は、すべて1字として記入せよ。なお、計算に必要なならば、次の数値を用いよ。

原子量：H = 1.00, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, F = 19.0, Na = 23.0,

Cl = 35.5, Ca = 40.0, Cu = 63.5

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

有機化合物の構造式は次の記入例にならって示せ。



Ⅰ 次の文章を読み、問1～問8に答えよ。

水はさまざまな物質を溶かすことができる。たとえば、大気中に存在する水は気体Aを溶かしているため、pHが約5.6と弱い酸性を示す。また、窒素酸化物である二酸化窒素、<sup>CO<sub>2</sub></sup>硫黄酸化物である気体B、および気体Bがさらに酸化された化合物Cなどが大気中の水に溶けると、pHが5.6より低下して  の原因となる。二酸化窒素が水に溶けて生じる溶液Dは、その濃度にかかわらず  としてはたらくため、希硫酸には溶けない銅もうすい濃度の溶液Dには一酸化窒素を発生して溶ける。<sup>(b)</sup>

水と金属ナトリウムは激しく反応し、気体Eを発生して化合物Fが生じる。化合物Fの水溶液に気体Aを通じると、ガラスや石けんなどの原料になる化合物Gが得られる。化合物Gの水溶液にさらに気体Aを吹き込むと、化合物Hが得られ

る。化合物 G を水溶液から再結晶させると、化合物 G の十水和物が無色の結晶として得られる。この化合物 G の十水和物の結晶を空气中に放置すると、水和水を 1 つもつ物質が 2.48 g 得られた。<sup>(c)</sup>このように結晶が空气中で自然に水和水を失う現象を  という。

水を電気分解するには、溶液の電気伝導性をよくするため、水に化合物 F を加える。電極に白金を用いて、化合物 F の水溶液を電気分解すると、陰極からは気体 E、陽極からは気体 I が発生し、<sup>(d)</sup>水溶液の質量が 4.05 g 減少した。一方、塩化ナトリウム<sup>H<sub>2</sub></sup>の水溶液を電気分解すると、陰極からは気体 E が発生するが、陽極では<sup>(e)</sup>水の電気分解の場合と異なる気体 J が発生する。<sup>(f)</sup>

問 1  ~  にあてはまる適切な語句を記せ。

問 2 下線部(a)に関して、気体 B と水の反応を化学反応式で表せ。

問 3 下線部(b)に関して、銅がうすい濃度の溶液 D に溶ける反応を化学反応式で表せ。

問 4 化合物 C、気体 E、化合物 H の物質名を記せ。

問 5 下線部(c)に関して、空气中に放置した化合物 G の十水和物の結晶は何 g か、有効数字 3 桁で求めよ。

問 6 下線部(d)に関して、陽極で起きている反応をイオン反応式で表せ。

問 7 下線部(e)に関して、この電気分解で流れた電気量は何クーロン[C]か、有効数字 3 桁で求めよ。ただし、発生した気体は水溶液に溶けないものとする。

問 8 下線部(f)に関して、陽極で起きている反応をイオン反応式で表せ。

II. 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。

反応熱は、化学反応に伴って放出されたり吸収されたりする熱量であり、反応物もっているエネルギーと生成物もっているエネルギーの差として現れる。反応熱の中で、物質1 molが完全燃焼するとき発生する熱量を燃焼熱といい、生成物の状態により異なる値となる。たとえば、天然ガス中に含まれるエタンが完全燃焼するとき、液体の水が生成する場合の燃焼熱は1561 kJ/mol<sup>(a)</sup>である。水の蒸発熱は44 kJ/molであるので、気体の水が生成する場合のエタンの燃焼熱は  kJ/mol となる。液体の水が生成する場合のエタンの燃焼熱は、水が気体状態を経由するかどうかには無関係である。このように、反応熱は、反応の経路によらず、反応の初めの状態と終わりの状態で決まる。これを  の法則という。反応熱は、反応物と生成物の生成熱や結合エネルギーと関係づけることができる<sup>(b)</sup>。

水分子では、酸素原子が水素原子に比べて  が大きいので、O-H結合の共有電子対は  原子側にかたよっている。このため、水分子のO-H結合には極性がある。また、水分子は  型の構造であり、分子全体として極性をもつ。このような極性分子では、分子間に静電気力がはたらくため、無極性分子に比べて分子間力<sup>(c)</sup>が大きくなる。水分子の場合、分子間には普通の極性分子に比べて、<sup>(d)</sup>水素原子をなかだちとした特に大きな引力が生じる。

計算に必要なならば、次の数値を用いよ。

燃焼熱 [kJ/mol] (液体の水が生成する場合の数値)

炭素(黒鉛) 394, 水素 286, エチレン 1411, アセチレン 1301

結合エネルギー [kJ/mol] (分子の種類によらないものとする)

C-H 411, C-C 366, O=O 494, C=O 799, O-H 459, H-H 432

問 1 ア ~ オ にあてはまる適切な数値, 人名, 語句を記せ。

問 2 下線部(a)に関して, この反応を熱化学方程式で表せ。

問 3 下線部(b)に関して, 次の問に答えよ。

- (i) エタンの生成熱を求めよ。
- (ii) エチレンの C=C 結合の結合エネルギーを求めよ。
- (iii) アセチレンに水素が付加してエチレンが 1 mol 生じる反応を化学反応式で表せ。なお, 物質は構造式で示せ。また, この反応の反応熱を求めよ。

問 4 下線部(c)に関して, 次の問に答えよ。

- (i) メタンは C-H 結合に極性があるにもかかわらず極性分子ではない。その理由を 30 字以内で述べよ。
- (ii) 次の分子のうち極性分子をすべて番号で答えよ。

- ① 塩素            ② 硫化水素            ③ アンモニア            ④ 二硫化炭素

問 5 下線部(d)に関して, 次の問に答えよ。

- (i) 分子間力に関する次の記述で正しいものをすべて番号で答えよ。
  - ① 一般に, 性質や構造の似た無極性分子では, 分子量が大きいほど分子間にファンデルワールス力が強くはたらくため, 沸点が高い。
  - ② 一般に, 分子量がほぼ同じ極性分子と無極性分子では, 無極性分子のほうが分子間にファンデルワールス力が強くはたらくため, 沸点が高い。
  - ③ 一般に, 水素結合はファンデルワールス力より強いが, イオン結合や共有結合より弱い。
  - ④ 水が 16 族元素の水素化合物の中で異常に高い沸点を示すのは, 分子間にファンデルワールス力が強くはたらくためである。
  - ⑤ 分子結晶にはもろいものが多いが, 一般に融点は高い。
- (ii) アンモニア, 水, フッ化水素を沸点の高い順に左から並べよ。

Ⅲ 次の文章を読み、問1～問7に答えよ。

化合物Aは、炭素、水素、酸素からなる有機化合物で、合成樹脂(プラスチック)をやわらかくしたり、加工しやすくするために用いられる。化合物Aの分子量は278であり、その13.9 mgを完全燃焼させると二酸化炭素<sup>(a)</sup> 35.2 mgと水9.9 mgが生じた。また、1 molの化合物Aをアルカリ性水溶液で加水分解し中和すると、1 molの化合物Bと2 molの化合物Cが得られる。化合物Bは  基を2つもち、化合物Cは  基と不斉炭素原子をもつ。逆に、1 molの化合物Bと2 molの化合物Cを230℃で反応させると縮合反応<sup>(b)</sup>が起こり、 結合を形成して化合物Aが得られる。

化合物Bは、分子式 $C_8H_{10}$ の芳香族炭化水素を過マンガン酸カリウムで酸化しても得られる。化合物Bを加熱すると分子内で反応が起こり、化合物Dが得られる。<sup>(c)</sup>

化合物Cと同じ分子式で表される化合物には、化合物Cを含めて7種類の構造異性体が存在し、官能基の種類により2つの化合物群に大別される。一方は  基をもつ化合物群の  であり、他方は  基をもたない化合物群のエーテルである。このうち  の構造異性体は、化合物Cを含めて  種類存在し、化合物Cのみが不斉炭素原子をもつ。

問 1 下線部(a)に関して、化合物 A 13.9 mg 中の炭素、水素、酸素の質量[mg]を求めよ。また、化合物 A の分子式を示せ。

問 2  ~  にあてはまる官能基の名称を記せ。

問 3 下線部(b)に関して、縮合反応とは一般にどのような反応か、30 字以内で述べよ。

問 4 下線部(c)に関して、化合物 B を加熱して化合物 D が生成する反応を化学反応式で表せ。なお、化合物 B と D は構造式で示せ。

問 5  にあてはまる化合物群の総称と、 にあてはまる数字を記せ。

問 6 化合物 C の構造式を示し、不斉炭素原子を丸で囲め。

問 7 二重下線部に関して、化合物 B と C の混合物を分離するために、以下の実験操作を行った。(i)と(ii)の間に答えよ。

化合物 B と C の混合物、水酸化ナトリウム水溶液、ジエチルエーテルを分液ろうとに入れ十分に振った後、 層の水層と  層のエーテル層を分けとった。水層に塩酸を加えると  が析出してきた。一方、エーテル層の溶媒を蒸発させると  が得られた。

(i)  ~  にあてはまる適切な語句を次の①~④より選び、番号で答えよ。

① 化合物 B      ② 化合物 C      ③ 上      ④ 下

(ii) 上記の操作で化合物 B と C を分離できる理由を 45 字以内で述べよ。