

クラス		受験番号	
出席番号		氏名	

2018年度  
第2回 全統記述模試問題

理 科

2018年9月実施

(物理基礎 化学基礎) (1科目 30分)  
(生物基礎 地学基礎)

(物 理 化 学) (1科目 60分)  
(生 物 地 学)

試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開かず、下記の注意事項をよく読むこと。

注 意 事 項

1. 問題冊子は91ページである(物理基礎 1～4ページ、化学基礎 5～11ページ、生物基礎 13～20ページ、地学基礎 21～29ページ、物理 31～41ページ、化学 43～56ページ、生物 57～74ページ、地学 75～91ページ)。
2. 解答用紙は別冊になっている。(解答用紙冊子表紙の注意事項を熟読すること。)
3. 本冊子に脱落や印刷不鮮明の箇所及び解答用紙の汚れ等があれば、試験監督者に申し出ること。
4. 理科の「基礎を付した科目」のみを受験する場合は、1時間目の前半30分(2科目の場合は1時間目60分)が受験時間となる。「基礎を付した科目」と「基礎を付していない科目」の組み合わせで受験する場合は、1時間目が「基礎を付していない科目」の受験時間となる。  
※「基礎を付した科目」と「基礎を付していない科目」の組み合わせで受験する場合は、それぞれ1科目ずつに限る。
5. 試験開始の合図で解答用紙冊子の理科の解答用紙を切り離し、下段の所定欄に **氏名**・**在 卒高校名**・**クラス名**・**出席番号**・**受験番号** (受験票の発行を受けている場合のみ)を明確に記入すること。なお、氏名には必ずフリガナも記入のこと。
6. 解答には、必ず黒色鉛筆を使用し、解答用紙の所定欄に記入すること。解答欄外に記入された解答部分は、採点対象外となる。
7. 試験終了の合図で上記5.の事項を再度確認し、試験監督者の指示に従って解答用紙を提出すること。

# 化 学

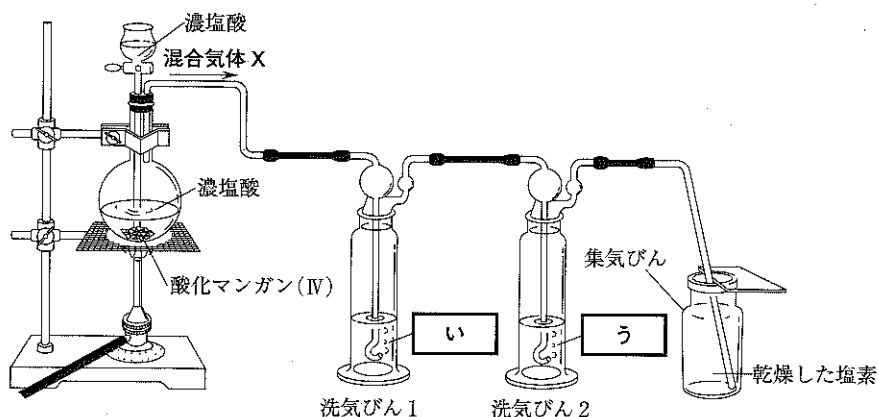
## 1 (配点 25点)

次の文を読み、問1～問6に答えよ。

元素の周期表において **あ** 族に属する元素をハロゲンという。ハロゲンの単体は二原子分子であり、原子番号が大きい元素の単体ほど分子量が大きく、融点や沸点が高い。また、① ハロゲンの単体は反応性が大きく、種々の物質と反応して化合物をつくる。例えば、ハロゲンの単体と水素が反応すると② ハロゲン化水素が生成する。ハロゲン化水素を水に溶かした水溶液をハロゲン化水素酸といい、その水溶液はいずれも酸性を示す。ハロゲン化水素酸のうち、③ フッ化水素酸はガラスの主成分である二酸化ケイ素と反応するので、フッ化水素酸はポリエチレン製の容器に保存する。

問1 空欄 **あ** に適する数を記せ。

問2 次の図の装置を用いて乾燥した塩素を得た。これについて、次の(1)～(3)に答えよ。



図

(1) 酸化マンガン(IV)に濃塩酸を加えて加熱すると塩素が発生する。このとき起こる反応を化学反応式で記せ。(イオン反応式は不可)

(2) 図中の混合気体 X には、塩素以外の気体も含まれる。洗気びん 1 と洗気びん 2 は、混合気体 X に含まれる塩素以外の気体を吸収して除くために用いる。洗気びん 1, 2 に入れる物質  ,  として最も適切なものを、次の(ア)~(エ)のうちからそれぞれ一つずつ選び、その記号を記せ。また、洗気びん 1, 2 に入れた物質に吸収される気体の分子式をそれぞれ記せ。

(ア) 濃水酸化ナトリウム水溶液 (イ) 濃硫酸 (ウ) 濃塩酸 (エ) 水

(3) 常温・常圧において、気体の塩素は何色か。最も適切なものを、次の(ア)~(エ)のうちから一つ選び、その記号を記せ。

(ア) 黄緑色 (イ) 赤褐色 (ウ) 黒紫色 (エ) 淡青色

問 3 下線部 ① について、塩素が水と反応すると、塩化水素とともに、酸化力の強い化合物が生じる。その化合物の名称を記せ。

問 4 下線部 ② について、次の(1), (2)に答えよ。

(1) 次の表 1 は、4 種類のハロゲン化水素の分子量と沸点を示したものである。

表 1

	HF	HCl	HBr	HI
分子量	20	36.5	81	128
沸点[°C]	20	-85	-67	-35

これらのうちで HF は分子量が最も小さいにも関わらず、沸点が最も高い。HF の沸点が他に比べて高い理由について述べた次の文の空欄に適する語句を 15 字以内で記せ。

HF は、 から。

(2) HF, HCl, HBr, HI のうち、酸として最も弱いものの化学式を記せ。

問 5 下線部 ③ について、フッ化水素酸と二酸化ケイ素の反応を化学反応式で記せ。

問6 気体の水素と気体のヨウ素から気体のヨウ化水素が生成する反応の熱化学方程式は、次の(i)式で表される。この熱化学方程式と下の表2の数値を用いて、以下の(1)、(2)に答えよ。

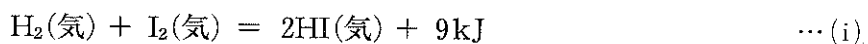


表2

H-H結合の結合エネルギー	432 kJ/mol
I-I結合の結合エネルギー	149 kJ/mol
I <sub>2</sub> の昇華熱	63 kJ/mol

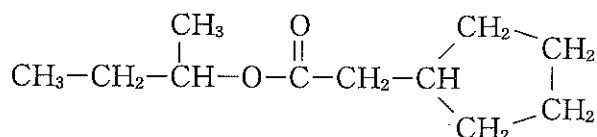
- (1) H-I結合の結合エネルギーは何kJ/molか。四捨五入により整数で記せ。
- (2) 気体の水素と固体のヨウ素から気体のヨウ化水素1molが生じるときの反応熱は何kJか。四捨五入により整数で記せ。ただし、発熱の場合は+、吸熱の場合は-の符号を付けて答えよ。

化学の問題は次のページに続く。

2 (配点 25点)

次の I, II に答えよ。ただし、構造式は次の【例】にならって記せ。

【例】



I 次の文を読み、問 1～問 3 に答えよ。

炭素原子と水素原子がすべて単結合で結合した鎖式炭化水素を総称してアルカンとい  
い、炭素数を  $n$  とすると、アルカンの分子式は あ で表される。①炭素数が 4 以  
上アルカンには構造異性体が存在し、炭素数が 7 以上のアルカンには不斉炭素原子を  
もつものが存在する。

問 1 空欄 あ に適する化学式を、 $n$  を用いて記せ。

問 2 アルカンに関する記述として誤りを含むものを、次の (ア)～(エ) のうちから一つ選  
び、その記号を記せ。

- (ア) メタンと塩素の混合気体に紫外線を当てると、置換反応が起こる。
- (イ) 酢酸ナトリウムと水酸化ナトリウムの混合物を加熱すると、メタンが得られる。
- (ウ) 白金を触媒としてアセチレンに水素を十分に付加させると、エタンが得られる。
- (エ) ヘキサンは水に溶けやすく、水と混ぜると均一な液体混合物になる。

問 3 下線部 ① について、炭素数 5 のアルカンには、ペンタン(以下、P とする)、2-  
メチルブタン(以下、Q とする)、2,2-ジメチルプロパン(以下、R とする)の 3 種  
類の構造異性体が存在する。P, Q, R に関して、次の (1)～(3) に答えよ。

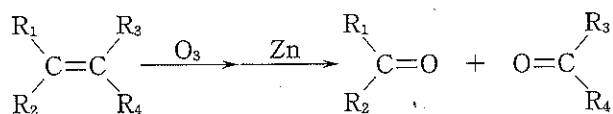
- (1) Q の構造式を記せ。
- (2) P, Q, R のうち、沸点が最も低いものを選び、その記号を記せ。
- (3) P, Q, R のそれぞれについて、水素原子 1 個を塩素原子に置換した化合物は  
何種類存在するか。その数をそれぞれ記せ。ただし、立体異性体は区別しないも  
のとする。

II 次の文を読み、問4～問7に答えよ。

化合物 A, B, C はいずれも分子式  $C_5H_{12}O$  で表される化合物であり、A, C は不斉炭素原子をもつが、B は不斉炭素原子をもたない。これらに関連して、次の (a)～(e) のことがわかっている。

- (a) A, B, C はいずれも金属ナトリウムと反応し、② 気体が発生する。
- (b) A, B, C を二クロム酸カリウムを用いておだやかに酸化すると、A からは化合物 D が、B からは化合物 E が、C からは化合物 F が得られる。
- (c) D, E, F にフェーリング液を加えて加熱すると、D では ③ 赤色沈殿が生じるが、E, F では変化が見られない。
- (d) C に濃硫酸を加えて加熱すると、分子内で脱水し、炭化水素 G と H が得られる。
- (e) G, H をオゾン分解<sup>(注)</sup>すると、G からはともにヨードホルム反応を示す2種類の化合物が、H からはともに銀鏡反応を示す2種類の化合物が得られる。

(注) オゾン分解とは、以下に示すように、炭素原子間に二重結合をもつ化合物にオゾン  $O_3$  を作用させることにより、二重結合を開裂させ、カルボニル化合物(アルデヒドまたはケトン)を生成させる反応である。



( $R_1 \sim R_4$  は炭化水素基または水素原子を表す。)

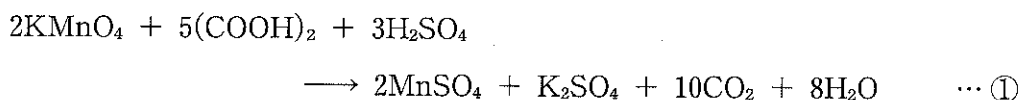
- 問4 下線部 ② および下線部 ③ の物質の化学式をそれぞれ記せ。
- 問5 化合物 A, B, C の構造式をそれぞれ記せ。ただし、立体異性体を区別して記す必要はない。
- 問6 化合物 D, E, F, G, H のうち、分子内のすべての炭素原子を同一平面上に置くことができるものを二つ選び、それらの記号を記せ。
- 問7 炭化水素 G の構造異性体のうち、不斉炭素原子をもつものの構造式を記せ。ただし、立体異性体を区別して記す必要はない。

3 (配点 25点)

次の I, II に答えよ。

I 次の文を読み、問1～問3に答えよ。

酸化還元反応では、反応の前後において酸化数の変化する原子がある。例えば、硫酸で酸性にした条件下で、過マンガン酸カリウム  $\text{KMnO}_4$  とシュウ酸  $(\text{COOH})_2$  は、次の①式のように反応する。



この反応の前後において、 $\text{KMnO}_4$  には酸化数の減少する原子が含まれており、 $(\text{COOH})_2$  には酸化数の増加する原子が含まれている。反応によって酸化数の減少する原子を含む物質は  剤といい、酸化数の増加する原子を含む物質は  剤という。一般に、酸化還元反応は  剤と  剤との間で、電子  $e^-$  のやり取りが起こる反応であるとみなすことができる。

問1 空欄  ,  に適する語をそれぞれ記せ。

問2 ①式の反応について、次の(1)～(3)に答えよ。

(1) ①式の反応において、 $(\text{COOH})_2$  は次式のように変化する。



変化の前後で酸化数が増加する原子の元素記号と、その原子の酸化数の変化を、次の【例】にならって記せ。

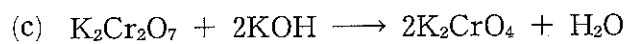
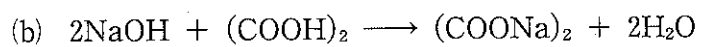
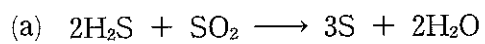


(2) ①式の反応において、 $\text{MnO}_4^-$  は  $\text{Mn}^{2+}$  に変化する。このときの変化を  $e^-$  を含むイオン反応式で記せ。

(3)  $\text{KMnO}_4$  1.0 mol と過不足なく反応する  $(\text{COOH})_2$  の物質質量は何 mol か。四捨五入により有効数字2桁で記せ。



問3 次の(a)～(c)の反応について、酸化還元反応であるものについては、還元された物質の化学式を記し、酸化還元反応でないものについては、×印を記せ。



II 次の文を読み、問4～問7に答えよ。必要ならば、次の値を用いよ。

標準状態(0℃, 1.013×10<sup>5</sup> Pa)における気体のモル体積 22.4 L/mol

混合気体 A に含まれているオゾン O<sub>3</sub> を定量するために、次の〔実験〕を行った。ただし、気体の体積はすべて、標準状態(0℃, 1.013×10<sup>5</sup> Pa)における体積で表したものである。

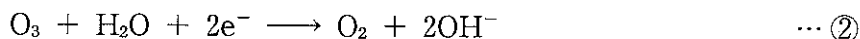
〔実験〕

オゾンを含む混合気体 A 4.48×10<sup>2</sup> L を、1.00 mol/L のヨウ化カリウム KI 水溶液 100 mL にゆっくりと通じ、オゾンをすべてヨウ化カリウム水溶液に吸収させた。混合気体 A を通じた後の水溶液のすべてを 200 mL のメスフラスコに移し、標線まで純水を加えて水溶液(これを水溶液 B とする)を調製した。

ホールピペットを用いて水溶液 B 20.0 mL を三角フラスコにはかりとり、これに指示薬として  水溶液を加え、ビュレットから 0.200 mol/L のチオ硫酸ナトリウム水溶液を滴下したところ、滴定の終点までに 2.40 mL を要した。

問4 下線部では、オゾンはすべてヨウ化カリウムと反応し、ヨウ素が生じる。このとき起こる反応を化学反応式で記せ。(イオン反応式は不可)

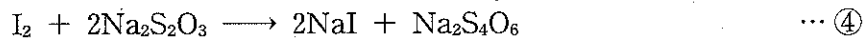
ただし、この反応において、オゾンとヨウ化物イオンは、それぞれ次の②式、③式のように変化する。



問5 空欄  に適する物質の名称を記せ。また、この滴定の終点前後における水溶液の色の変化として最も適切なものを、次の(ア)～(カ)のうちから一つ選び、その記号を記せ。

- |             |              |              |
|-------------|--------------|--------------|
| (ア) 赤色 → 無色 | (イ) 無色 → 赤色  | (ウ) 赤色 → 黄色  |
| (エ) 黄色 → 赤色 | (オ) 青紫色 → 無色 | (カ) 無色 → 青紫色 |

問6 ヨウ素とチオ硫酸ナトリウムは次の④式のように反応する。



下線部の反応で生じたヨウ素の物質量は何 mol か。四捨五入により有効数字3桁で記せ。

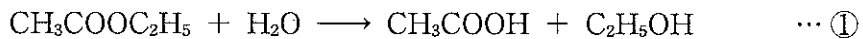
問7 混合気体 A に含まれるオゾンの割合は体積パーセントで何 % か。四捨五入により有効数字3桁で記せ。ただし、混合気体 A にはオゾン以外にヨウ化カリウムと反応する物質は含まれていないものとする。

4 (配点 25点)

次の I, II に答えよ。

I 次の文を読み、問 1～問 3 に答えよ。ただし、 $[X]$  は物質 X のモル濃度  $[\text{mol/L}]$  を表す。

酸を触媒として酢酸エチルを加水分解すると、酢酸とエタノールが生成する。この反応は、次の ① 式で表される。



この反応の反応速度は、酢酸エチルの分解速度(単位時間あたりの酢酸エチルのモル濃度の減少量)で表すことができる。

希塩酸に酢酸エチルを加えて混合水溶液をつくり、酢酸エチルを混合した直後(0分)から 20 分ごとに、生成した酢酸のモル濃度  $[\text{mol/L}]$  および未反応の酢酸エチルのモル濃度  $[\text{mol/L}]$  を調べたところ、次の表の結果が得られた。なお、温度は常に  $30^\circ\text{C}$  で一定に保たれているものとする。

表

時間[分]	0	20	40	60
$[\text{CH}_3\text{COOH}] [\text{mol/L}]$	0	0.100	0.180	0.244
$[\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5] [\text{mol/L}]$	0.500	0.400	<input type="text"/>	<input type="text" value="あ"/>

① 式の反応の反応速度を  $v$  とすると、上の表の結果から、 $v$  は次の ② 式のように表すことができる。

$$v = k[\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5] \quad \dots \text{②}$$

ここで、② 式の比例定数  $k$  は、① 式の反応の反応速度定数である。

問1 上記の実験を、温度を  $60^{\circ}\text{C}$  に上げて行くと、①式の反応の反応速度定数  $k$  の値は、 $30^{\circ}\text{C}$  で行った場合と比べてどうなるか。次の(ア)～(ウ)のうちから一つ選び、その記号を記せ。

(ア) 大きくなる      (イ) 変化しない      (ウ) 小さくなる

問2 空欄 

あ
---

 に適する数値を、四捨五入により小数第3位まで記せ。ただし、①式の反応が進行しても、水溶液の体積は変化しないものとする。

問3 表中の0分と20分の実験結果に基づいて、次の(1)、(2)に答えよ。ただし、①式の反応が進行しても、水溶液の体積は変化しないものとする。

(1) 0分から20分間の平均の反応速度は何  $\text{mol}/(\text{L}\cdot\text{分})$  か。四捨五入により有効数字3桁で記せ。

(2) この実験結果から、①式の反応の反応速度定数  $k$  [1/分] の値を求めよ。四捨五入により有効数字2桁で記せ。

II 次の文を読み、問4～問8に答えよ。ただし、以下の操作において $\text{N}_2\text{O}_4$ と $\text{NO}_2$ は常に気体として存在しており、気体は理想気体として扱うことができるものとする。

四酸化二窒素が二酸化窒素に可逆的に分解する反応は、次の③式で表される。



③式の反応が平衡状態にあるとき、 $\text{N}_2\text{O}_4$ 、 $\text{NO}_2$ の分圧をそれぞれ $p_{\text{N}_2\text{O}_4}[\text{Pa}]$ 、 $p_{\text{NO}_2}[\text{Pa}]$ とすると、③式の反応の圧平衡定数 $K_p[\text{Pa}]$ は次の④式で表される。

$$K_p = \frac{(p_{\text{NO}_2})^2}{p_{\text{N}_2\text{O}_4}} \quad \dots \textcircled{4}$$

ある量の四酸化二窒素を体積可変の反応容器に入れ、温度を $T[\text{K}]$ に保ったところ、③式の反応が平衡状態になった(これを状態Ⅰとする)。このとき、容器内の全圧は $1.00 \times 10^5 \text{ Pa}$ であり、二酸化窒素の分圧は $2.0 \times 10^4 \text{ Pa}$ であった。状態Ⅰから温度を $T[\text{K}]$ に保ったまま体積を変化させたところ、ある全圧であらたな平衡状態になった(これを状態Ⅱとする)。このとき、二酸化窒素の分圧は $4.0 \times 10^4 \text{ Pa}$ であった。

問4 ③式の反応の濃度平衡定数 $K_c[\text{mol/L}]$ は、平衡状態における $\text{N}_2\text{O}_4$ 、 $\text{NO}_2$ のモル濃度をそれぞれ $[\text{N}_2\text{O}_4]$ 、 $[\text{NO}_2]$ とすると、次の式で表される。

$$K_c = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]}$$

上記の $K_c[\text{mol/L}]$ は、 $K_p[\text{Pa}]$ 、 $T[\text{K}]$ 、気体定数 $R[\text{Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})]$ を用いてどのような式で表されるか。その文字式を記せ。

問5  $T[\text{K}]$ における圧平衡定数 $K_p[\text{Pa}]$ の値を求めよ。四捨五入により有効数字2桁で記せ。

問6 状態Ⅱにおける容器内の全圧は何Paか。四捨五入により有効数字2桁で記せ。

問7 状態Ⅰから体積と温度を一定に保ったままアルゴンを加え、容器内の全圧を  $1.20 \times 10^5 \text{ Pa}$  とした。このとき二酸化窒素の分圧はどのようになるか。最も適切なものを次の(ア)～(エ)のうちから一つ選び、その記号を記せ。

- (ア)  $2.0 \times 10^4 \text{ Pa}$  より大きくなる      (イ)  $2.0 \times 10^4 \text{ Pa}$  のまま変化しない  
 (ウ)  $2.0 \times 10^4 \text{ Pa}$  より小さくなる      (エ) この条件だけでは判断できない

問8 状態Ⅰから温度を  $T(\text{K})$  に保ったまま体積を変化させ、種々の全圧において平衡状態とした。このとき、容器内の全圧  $P(\text{Pa})$  と  $\frac{p_{\text{NO}_2}}{p_{\text{N}_2\text{O}_4}}$  の値との関係はどのようになるか。  $P$  と  $\frac{p_{\text{NO}_2}}{p_{\text{N}_2\text{O}_4}}$  の関係を表すグラフの概形として最も適切なものを次の(ア)～(オ)のうちから一つ選び、その記号を記せ。

