

クラス		受験番号	
出席番号		氏名	

2017年度

第3回 全統記述模試問題

理 科

2017年10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88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 13～18ページ、地学基礎 19～25ページ、物理 27～37ページ、化学 39～54ページ、生物 55～72ページ、地学 73～88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。

河合塾



1761230114110000

化学の問題は次ページから始まる。

化 学

1 (配点 25点)

I 下の表は、5種類の化合物の水溶液の性質をまとめたものである。これについて問1～問6に答えよ。ただし、化合物A, B, Cは、 NaNO_3 , BaCl_2 , K_2CrO_4 のうちのいずれかであることがわかっている。

化合物	Na_2CO_3	CuSO_4	化合物A	化合物B	化合物C
水溶液の色	無色	青色	無色	黄色	無色
炎色反応	黄色	あ	黄緑色	赤紫色	黄色
希硫酸を加えたときの変化	気体Xが発生	変化なし	白色の沈殿Yが生成	水溶液の色が赤橙色に変化	変化なし

問1 気体Xの分子式を記せ。

問2 空欄 あ に最も適する色を、次の(ア)～(エ)のうちから一つ選び、その記号を記せ。

(ア) 青緑色 (イ) 深赤色 (ウ) 赤褐色 (エ) 橙赤色

問3 硫酸銅(II)水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えると、①青白色の沈殿が生成した。この沈殿に、濃いアンモニア水を加えると、沈殿が溶けて②深青色の水溶液が得られた。これについて、次の(1), (2)に答えよ。

(1) 下線部①の沈殿の化学式を記せ。

(2) 下線部②の水溶液に含まれている錯イオンの形として最も適当なものを、次の(ア)～(エ)のうちから一つ選び、その記号を記せ。

(ア) 直線形 (イ) 正方形 (ウ) 正四面体 (エ) 正八面体

問4 化合物A～Cの化合物名をそれぞれ記せ。

問5 次の(ア)～(エ)のうち、沈殿 Y に関する記述として最も適当なものを一つ選び、その記号を記せ。

(ア) 希塩酸に気体を発生しながら溶解する。

(イ) アンモニア水を十分に加えると、溶解して無色の水溶液になる。

(ウ) 天然にはセッコウとよばれる二水和物として存在する。

(エ) X 線撮影の造影剤として用いられる。

問6 表中の波線部の赤橙色の原因となるイオンをイオン式で記せ。

II 次の文を読み、問7に答えよ。ただし、 $[X]$ は平衡状態におけるXのモル濃度を表す。

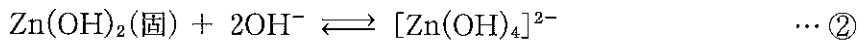
亜鉛イオン Zn^{2+} を含む水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えていくと、水酸化亜鉛 $Zn(OH)_2$ の白色沈殿が生じ、①式で表される溶解平衡の状態になる。



水酸化亜鉛の溶解度積 K_{sp} は次のとおりである。

$$K_{sp} = [Zn^{2+}][OH^-]^2 = 1.0 \times 10^{-17} (\text{mol/L})^3$$

水酸化亜鉛の沈殿が共存している水溶液に、さらに水酸化ナトリウム水溶液を加えていくと、水酸化亜鉛が溶けて、テトラヒドロキシド亜鉛(II)酸イオン $[Zn(OH)_4]^{2-}$ になる。この平衡状態は②式で表される。



②式の平衡定数 K は次のとおりである。

$$K = \frac{[[Zn(OH)_4]^{2-}]}{[OH^-]^2} = 1.0 \times 10 \text{ L/mol}$$

問7 $1.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ の硫酸亜鉛水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を少しずつ加えていくと、水溶液のpHが a になったところで水酸化亜鉛の沈殿が生じ始めた。さらに水酸化ナトリウム水溶液を加えていくと、水溶液のpHが b になったところで水酸化亜鉛の沈殿がちょうどすべて溶けた。このとき、はじめに存在した Zn^{2+} のほとんどすべてが $[Zn(OH)_4]^{2-}$ になっている。これについて、次の(1)、(2)に答えよ。ただし、この一連の操作において、水溶液の体積は一定とする。また、水のイオン積 K_w は次のとおりである。

$$K_w = [H^+][OH^-] = 1.0 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$$

- (1) a の値はいくらか。四捨五入により小数第1位まで記せ。
- (2) 水溶液のpHが b のとき、 Zn^{2+} と $[Zn(OH)_4]^{2-}$ のモル濃度の比は次のようになる。

$$[Zn^{2+}] : [[Zn(OH)_4]^{2-}] = 1 : \boxed{}$$

空欄 に適する数値を、四捨五入により有効数字2桁で記せ。

化学の問題は次のページに続く。

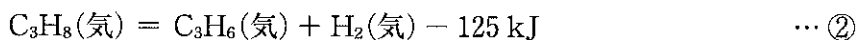
2 (配点 23点)

次の文を読み、問1～問6に答えよ。ただし、気体は理想気体として扱うことができ、触媒の体積は無視できるものとする。

プロパン C_3H_8 を触媒の存在下で加熱すると、プロペン C_3H_6 と水素 H_2 に解離し、次の①式で表される平衡状態になる。



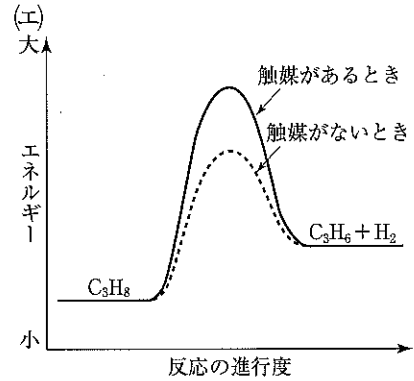
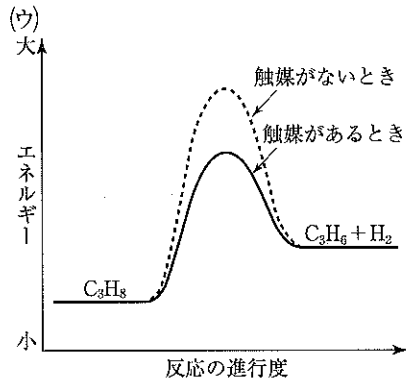
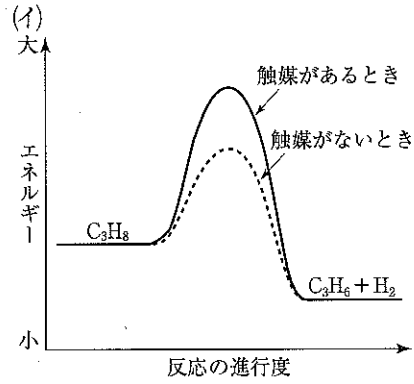
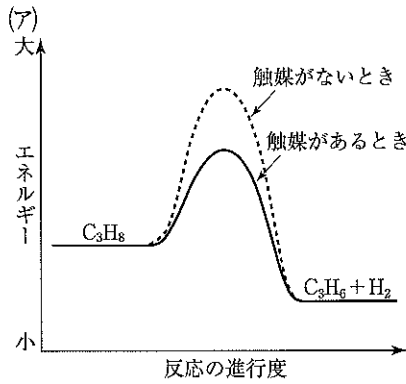
この反応の熱化学方程式は次の②式で表される。



平衡状態における C_3H_8 、 C_3H_6 、 H_2 の分圧を、それぞれ $p_{C_3H_8}$ [Pa]、 $p_{C_3H_6}$ [Pa]、 p_{H_2} [Pa] とすると、①式の圧平衡定数 K_p [Pa] は次の③式で表される。

$$K_p = \frac{p_{C_3H_6} p_{H_2}}{p_{C_3H_8}} \quad \dots \textcircled{3}$$

問1 ①式の反応について、触媒があるときとないときの反応の進行にともなう物質のエネルギー変化の様子を表す模式図として最も適切なものを、次の(ア)～(エ)のうちから一つ選び、その記号を記せ。



問2 ①式の平衡定数について、次の(1)、(2)に答えよ。

- (1) 濃度平衡定数 K_c [mol/L] を、 $[C_3H_8]$ 、 $[C_3H_6]$ 、 $[H_2]$ を用いて表せ。ただし、 $[X]$ は平衡状態における X のモル濃度 [mol/L] を表す。
- (2) 温度 T [K] のときの平衡状態において、濃度平衡定数 K_c [mol/L] を、圧平衡定数 K_p [Pa] と温度 T [K] と気体定数 R [Pa·L/(K·mol)] を用いて表せ。

体積可変の反応容器にプロパンを n [mol] 入れ、触媒を加えたのち、温度 T [K] において、圧力を P [Pa] に保って①式の平衡状態に到達させた。このときのプロパンの解離度を α とすると、解離しているプロパンの物質量は $n\alpha$ [mol] と表される。なお、プロパンの解離度 α は、次のとおりである。

$$\alpha = \frac{\text{解離しているプロパンの物質量 [mol]}}{\text{反応前のプロパンの物質量 [mol]}}$$

問3 次の(1)～(3)に答えよ。

- (1) 平衡状態における次の(a), (b)を, n と α を用いて表せ。
 - (a) プロパンの物質量 [mol]
 - (b) 気体の総物質量 [mol]
- (2) 平衡状態におけるプロパンの分圧 $p_{\text{C}_3\text{H}_8}$ [Pa] を, P と α を用いて表せ。
- (3) T [K] における①式の圧平衡定数 K_p [Pa] を, P と α を用いて表せ。

体積可変の反応容器にプロパンを 1.00 mol 入れ、触媒を加えたのち、温度 800 K において、圧力を 2.40×10^5 Pa に保ったところ、平衡状態(状態Ⅰ)に到達した。このとき、混合気体の体積は 41.5 L であった。

温度 800 K において、状態Ⅰから圧力を変えて 6.40×10^5 Pa に保ったところ、あらたな平衡状態(状態Ⅱ)に到達した。

問4 状態Ⅰにおけるプロパンの解離度 α を、四捨五入により有効数字2桁で記せ。

ただし、気体定数は $R = 8.3 \times 10^3$ Pa·L/(K·mol) とする。

問5 800 K における①式の圧平衡定数 K_p [Pa] を、四捨五入により有効数字2桁で記せ。

問6 状態Ⅱにおけるプロパンの解離度 α を、四捨五入により有効数字2桁で記せ。

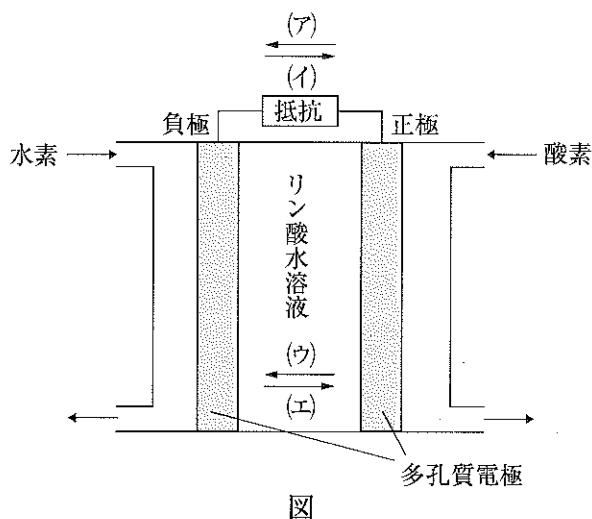
化学の問題は次のページに続く。

3 (配点 24点)

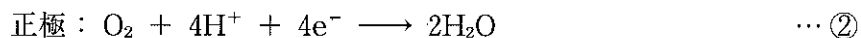
次の I, II に答えよ。

I 次の文を読み、問 1～問 4 に答えよ。ただし、標準状態における気体のモル体積は 22.4 L/mol, ファラデー定数は 9.65×10^4 C/mol とする。

電池(化学電池)は酸化還元反応に伴って放出される化学エネルギーを電気エネルギーに変換する装置であり、燃料の燃焼反応を利用した電池を燃料電池という。代表的な燃料電池に、水素を燃料に用いた水素-酸素燃料電池がある。次の図は、電解液にリン酸水溶液を用いたリン酸型水素-酸素燃料電池の模式図である。



この電池が放電するとき、各電極で起こる変化を電子 e^- を含むイオン反応式で表すと、次の①, ②式ようになる。



この両極で起こる変化をまとめて一つの化学反応式で表すと、次の③式のように水素の燃焼反応と同じ反応になる。



燃料電池は、化学エネルギーを効率よく電気エネルギーに変換することができるため、エネルギーの無駄が少なく、環境にやさしい電池といわれている。家庭用燃料電池では、電気エネルギーに加えて、発生する熱エネルギーも給湯などで活用することにより、化学エネルギーの80%以上が利用できるといわれている。

問1 図の燃料電池が放電するとき、電子 e^- が導線中を移動する向きを図の(ア)、(イ)のうちから、 H^+ がリン酸水溶液中を移動する向きを図の(ウ)、(エ)のうちから、それぞれ一つずつ選び、その記号を記せ。

問2 ②式における酸素原子の酸化数の変化を【例】にならって記せ。

【例】 $+4 \rightarrow -4$

問3 図の燃料電池を一定時間放電させたところ、負極で消費された水素の体積は標準状態で11.2Lであった。これについて、次の(1)、(2)に答えよ。

(1) 正極で消費された酸素の物質量は何molか。四捨五入により有効数字2桁で記せ。

(2) 流れた電気量は何Cか。四捨五入により有効数字2桁で記せ。

問4 図の燃料電池の放電時の電圧は1.0Vであった。このとき得られた電気エネルギーは、電池で消費された水素と同量の水素を燃焼させたときに放出される熱量の何%に相当するか。四捨五入により有効数字2桁で記せ。ただし、水素の燃焼熱は286kJ/molとする。なお、電気エネルギー[J] = 電気量[C] × 電圧[V]である。

II 次の文を読み、問5～問8に答えよ。ただし、原子量はCu=64, Zn=65, Ag=108とする。

亜鉛と銀を均一に含む銅の合金板を用いて、銅の電解精錬に関するモデル実験を行った。純銅板を外部電源である電池の 極に接続し、合金板を電池の 極に接続して、1.000 mol/Lの硫酸銅(II)水溶液500 mLを電解液として用いて、約0.3 Vの電圧で電気分解したところ、純銅板の質量が9.60 g増加し、合金板の質量が10.30 g減少した。合金板の下には沈殿が生じており、電解液の硫酸銅(II)の濃度は0.960 mol/Lになっていた。なお、実験中に気体の発生は起こらず、電解液の体積は変化しなかった。

問5 空欄 , に適する語を、「正」または「負」のうちから選び、それぞれ記せ。

問6 合金板で起こる2つの変化を、 e^- を含むイオン反応式でそれぞれ記せ。

問7 合金板の銅の含有率(質量パーセント)は何%か。四捨五入により有効数字2桁で記せ。

問8 電気分解後に合金板の下に生じていた沈殿の質量は何gか。四捨五入により小数第2位まで記せ。

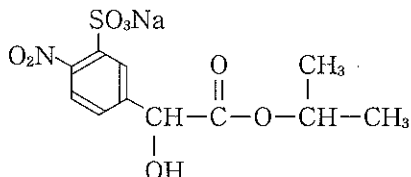
化学の問題は次のページに続く。

4 (配点 28点)

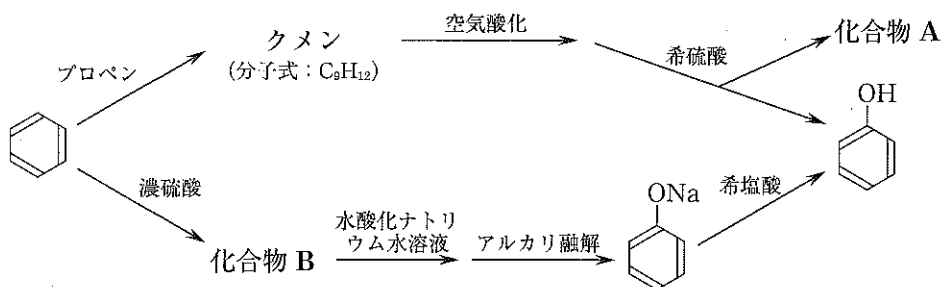
次の I, II に答えよ。

I 次の文を読み、問 1～問 6 に答えよ。ただし、有機化合物の構造式は、次の【例】にならって記せ。

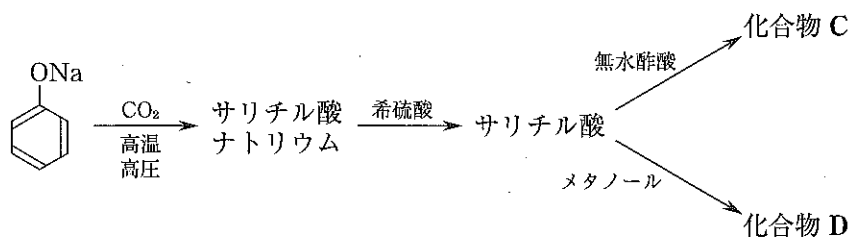
【例】



ベンゼンとプロペンとを反応させて得られる ①クメン (分子式: C_9H_{12}) を空気酸化したのち、希硫酸で分解すると、フェノールと化合物 A が得られる。この方法は、クメン法とよばれるフェノールの工業的製法である。また、②ベンゼンと濃硫酸を反応させて得られる化合物 B をアルカリ融解し、得られたナトリウムフェノキシドを希塩酸で処理することでも、フェノールを合成することができる。



③ナトリウムフェノキシドを高温・高圧の条件下で二酸化炭素と反応させると、サリチル酸ナトリウムが得られる。サリチル酸ナトリウムを希硫酸で処理すると、サリチル酸が生成する。サリチル酸を無水酢酸と反応させると、芳香族化合物 C が得られる。化合物 C は解熱鎮痛剤として用いられている。また、サリチル酸をメタノールと反応させると、芳香族化合物 D が得られる。化合物 D には消炎鎮痛作用があるため、外用塗布薬として用いられている。



問1 下線部①のクメンの構造式を記せ。

問2 化合物Aの名称を記せ。

問3 下線部②について、ベンゼンと濃硫酸から化合物Bが得られる反応の名称を、次の(ア)～(オ)のうちから一つ選び、その記号を記せ。

- (ア) アセチル化 (イ) アミノ化 (ウ) ジアゾ化
 (エ) スルホン化 (オ) ニトロ化

問4 下線部③の反応を化学反応式で記せ。ただし、有機化合物は構造式で記すこと。

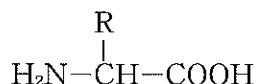
問5 化合物C、Dのそれぞれに該当する記述を、次の(ア)～(ウ)のうちからすべて選び、その記号を記せ。

- (ア) 塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると呈色する。
 (イ) 水酸化ナトリウム水溶液に溶ける。
 (ウ) 炭酸水素ナトリウム水溶液に気体を発生しながら溶ける。

問6 適切な条件下で3分子のプロピン $\text{CH}_3\text{-C}\equiv\text{CH}$ を重合させると、クメンの構造異性体である2種類の芳香族炭化水素X、Yが得られる。Xを過マンガン酸カリウムで酸化し、得られた化合物を加熱すると、分子内で脱水反応が起こり、分子式 $\text{C}_9\text{H}_4\text{O}_5$ の芳香族化合物Zが得られる。芳香族炭化水素Yおよび芳香族化合物Zの構造式をそれぞれ記せ。

II 次の文を読み、問7～問9に答えよ。

天然のタンパク質は、多数の α -アミノ酸が縮合重合してペプチド結合によりつながった構造をもつ高分子化合物である。 α -アミノ酸は、天然には約20種類存在し、同一の炭素原子にアミノ基とカルボキシ基が結合した構造をもつ。グリシンを除く α -アミノ酸はすべて 原子を有するので、光学異性体が存在する。 α -アミノ酸の構造式は、側鎖をRとすると、次のように表される。



α -アミノ酸は、結晶中では双性イオンになっており、イオン結晶に似た性質を示すため、一般の有機化合物に比べて、融点が(a){高い, 低い}。また、水溶液中では、陽イオン、双性イオン、陰イオンが平衡状態にあり、これらの存在比はpHにより変化する。水溶液中のアミノ酸のイオンの電荷の総和が0になるときのpHを という。

問7 空欄 , に適する語をそれぞれ記せ。

問8 文中の(a)の{ }内から適する語を選んで記せ。

問9 ペプチドXは、グリシン Gly, アラニン Ala, システイン Cys が1分子ずつ縮合した鎖状のトリペプチドであり、そのアミノ酸配列は、次のように表される。Xについて、下の(1), (2)に答えよ。

ペプチドX: (N末端) Gly-Ala-Cys (C末端)

(上の α -アミノ酸の構造式の $-\text{NH}_2$ が縮合に関与していないアミノ酸側をN末端、
 $-\text{COOH}$ が縮合に関与していないアミノ酸側をC末端という。)

- (1) ペプチドXの水溶液に該当する記述を次の(ア)～(ウ)のうちからすべて選び、その記号を記せ。
- (ア) 水酸化ナトリウム水溶液と硫酸銅(II)水溶液を加えると、水溶液は赤紫色を呈する。
 - (イ) 濃硝酸を加えて加熱すると、水溶液は黄色に変化し、冷却後にアンモニア水を加えると橙黄色になる。
 - (ウ) 水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱したのち、酢酸と酢酸鉛(II)水溶液を加えると、黒色沈殿が生じる。

(2) Gly, Ala, Cys が1分子ずつ縮合した鎖状のトリペプチドは, X 以外に何種類あるか。ただし, 立体異性体は区別しないものとする。

