

学 力 検 査 問 題

理 科

平成 28 年 2 月 25 日

(理科 1 科目受験者)	(理科 2 科目受験者)
自 12 時 30 分	自 12 時 30 分
至 13 時 30 分	至 14 時 30 分

答案作成上の注意

- 1 この問題冊子には、物理基礎・物理(3～14 ページ)、化学基礎・化学(15～24 ページ)、生物基礎・生物(25～40 ページ)、地学基礎・地学(41～50 ページ)の各問題があります。総ページは 50 ページです。
- 2 解答用紙は、生物基礎・生物は 2 枚(表裏の計 4 ページ)です。物理基礎・物理、化学基礎・化学、地学基礎・地学は、それぞれ 1 枚(表裏の 2 ページ)です。
- 3 下書き用紙は、各受験者に 1 枚あります。
- 4 **受験番号**は、解答用紙の所定の場所に、必ず記入しなさい。
- 5 解答は、解答用紙に記入しなさい。
出願の際に届け出た科目以外の科目について解答しても無効となります。
- 6 配付した解答用紙は、持ち出してはいけません。
- 7 試験終了後、問題冊子及び下書き用紙は持ち帰ってください。

化学基礎・化学 (4 問)

注 意 事 項

- 1 計算に必要な場合には、次の原子量および定数を用いよ。

H : 1.00 C : 12.0 N : 14.0 O : 16.0

Na : 23.0 Cl : 35.5 Ca : 40.0

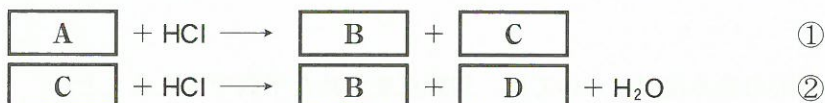
気体定数 $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$

- 2 計算問題を解答する場合には有効数字に注意し、必要ならば四捨五入すること。
- 3 字数制限のある設問については、句読点を含めた字数で答えること。

〔Ⅰ〕 次の文章を読み、問1～問7の答えを解答欄に記入せよ。

周期表の水素を除く1族元素は ア とよばれ、ナトリウムはその一つである。ナトリウムの単体は水と激しく反応し、水素を発生して水酸化ナトリウム^(a)を生じる。この水溶液の一部をとり炎の中に入れると イ 色の炎色反応を示す。水酸化ナトリウムは、工業的には塩化ナトリウム水溶液の電気分解^(b)によって得られる。このとき、両極の間は ウ イオン交換膜で仕切られる。水酸化ナトリウムは、空気中に放置すると水蒸気を吸収し、ついには水溶液となる。このような現象を エ という。

水酸化ナトリウム水溶液は、二酸化炭素を容易に吸収して炭酸ナトリウムを生じる。炭酸ナトリウムと塩酸の中和反応は、次の反応式①、②で表されるように二段階で進行する。



第1中和点はフェノールフタレイン溶液を、第2中和点はメチルオレンジ溶液を、それぞれ指示薬として用いて知ることができる。この中和反応を用いると、二酸化炭素の物質量を求めることができる。

炭酸カルシウムと酸化カルシウムの混合物Xに含まれる炭酸カルシウムの割合を求めるため、実験(1)～(3)を行った。ただし、空気中の二酸化炭素は無視できるものとする。

実験：

- (1) 混合物X 0.960 gをじゅうぶんに長い時間強熱し、完全に反応させた。このとき発生した二酸化炭素を1.00 mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液20.0 mLにすべて吸収させた。この水溶液は、未反応の水酸化ナトリウムを含む。
- (2) この水溶液の全量を、フェノールフタレイン溶液を指示薬として0.500 mol/Lの塩酸で滴定したところ、第1中和点までに オ mLを要した。このとき、未反応の水酸化ナトリウムもすべて中和された。
- (3) さらに、この水溶液を、メチルオレンジ溶液を指示薬として0.500 mol/Lの塩酸で滴定したところ、第1中和点から第2中和点までに14.4 mLを要した。

問 1 文章中の ア ～ エ にあてはまる最も適切な語句を記せ。なお、ウ については、「陽」または「陰」のどちらかを記せ。

問 2 下線部(a)の反応におけるナトリウムの酸化数の変化を例にならって記せ。

例： $+1 \rightarrow +2$

問 3 下線部(b)を行ったとき、陽極と陰極で起こる変化を電子 e^- を用いたイオン反応式でそれぞれ記せ。

問 4 反応式①と②の中の A ～ D にあてはまる最も適切な化学式を記せ。

問 5 実験(1)の反応で、水酸化ナトリウム水溶液に吸収された二酸化炭素の物質量[mol]を有効数字 2 桁で求めよ。

問 6 文章中の オ にあてはまる数値を有効数字 3 桁で求めよ。

問 7 混合物 X に含まれる炭酸カルシウムの質量パーセント[%]を有効数字 2 桁で求めよ。

〔Ⅱ〕 次の文章を読み、問 1 ～ 問 5 の答えを解答欄に記入せよ。

窒素酸化物には、二酸化窒素 NO_2 、四酸化二窒素 N_2O_4 、五酸化二窒素 N_2O_5 など種々の化合物が知られている。気体の N_2O_5 は、あたためると分解して酸素を発生する。この分解反応は次の反応式①で表される。

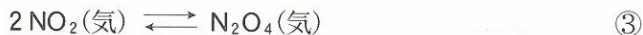


この反応の進行を体積、温度一定のもとで調べたところ、下表に示すように、 N_2O_5 の濃度は時間とともに減少した。各時間間隔における N_2O_5 の平均のモル濃度 $[\text{N}_2\text{O}_5]$ $[\text{mol/L}]$ と平均の分解速度 v $[\text{mol}/(\text{L}\cdot\text{min})]$ は比例関係にあった。つまり、実験によって N_2O_5 の分解速度 v が式②として決定される。

$$v = k[\text{N}_2\text{O}_5] \quad (k \text{ は比例定数}) \quad \text{②}$$

また、 v の値は O_2 の生成速度の ア 倍となる。

一方、実験室で NO_2 を得るには、銅片に濃硝酸を加えて発生した気体を、塩化カルシウムを詰めた U 字管に通して捕集する方法がよく用いられる。生成した NO_2 は N_2O_4 と次のような化学平衡の状態に達し、混合気体として存在する。



この混合気体を透明な容器に入れ、圧力一定で温度を下げると気体の色が次第に薄くなり、温度を上げると濃い赤褐色になることが知られている。このことから、式③の平衡定数の値は温度によって変化することがわかる。また、赤褐色の原因となる気体は イ であるから、式③において右向きの反応(正反応)は、熱の出入りを考えると ウ 反応であることがわかる。

表 N_2O_5 の濃度と分解速度

時 間 [min]	N_2O_5 の濃度 [mol/L]	N_2O_5 の平均のモル濃度 [N_2O_5] [mol/L]	平均の分解速度 v [mol/(L·min)]
0	4.10×10^{-3}	3.46×10^{-3}	1.28×10^{-4}
10.0	2.82×10^{-3}		
20.0	1.94×10^{-3}	2.38×10^{-3}	エ

問 1 文章中の ア ～ ウ にあてはまる数値，化学式，および語句を，それぞれ記せ。

問 2 表中の エ にあてはまる数値を有効数字 2 桁で求めよ。

問 3 下線部(a)における塩化カルシウムの役割を 20 字以内で記せ。

問 4 下線部(b)について，ある温度における平衡定数を知るため，次の実験を行った。以下の(i)と(ii)の問いに答えよ。ただし，気体はすべて理想気体とする。

実験：

8.31 L の容器に NO_2 のみを 0.600 mol 封入し，温度 67°C に保ちつづけたところ化学平衡の状態に達し，容器の圧力が $1.53 \times 10^5 \text{ Pa}$ となった。

(i) 67°C での平衡時の NO_2 の物質量 [mol] を有効数字 3 桁で求めよ。

(ii) 67°C での圧平衡定数 K_p を有効数字 2 桁で求めよ。また，その単位を解答欄の〔 〕内に記入せよ。ただし，単位がない場合は「なし」と記せ。

問 5 目的物質を効率よく得るために，しばしば触媒が用いられる。一般に，触媒を加えることによって，反応速度および平衡定数はどのようなになるか。次の(あ)～(え)の中から正しい記述を一つ選び，記号で答えよ。

(あ) 反応速度，平衡定数のいずれも変化する。

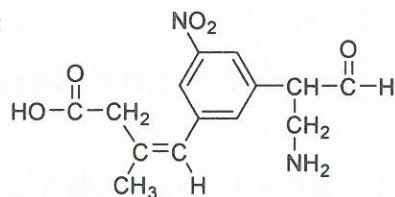
(い) 反応速度は変化するが，平衡定数は変化しない。

(う) 反応速度は変化しないが，平衡定数は変化する。

(え) 反応速度，平衡定数のいずれも変化しない。

〔Ⅲ〕 次の問 1 と問 2 の答えを解答欄に記入せよ。ただし、構造式は例にならって記せ。

構造式の例：



問 1 次の文章を読み、以下の(i)~(iv)の問いに答えよ。なお、光学異性体(鏡像異性体)が存在するときには、それらを区別しなくてよい。

解熱鎮痛薬の一つであるイブプロフェンは分子式 $C_{13}H_{18}O_2$ で表され、異なる二つの置換基 $-X$ と $-Y$ が互いにベンゼン環のパラの位置にある。

置換基 $-X$ にヒドロキシ基を結合させた化合物 A は、枝分かれ構造をもつ炭素数 4 の第一級アルコールであり、不斉炭素原子をもたない。また化合物 A には、アルコールであるが不斉炭素原子を一つもつ構造異性体 B が存在する。置換基 $-Y$ にアミノ基 $-NH_2$ を結合させた化合物 C は、アミノ酸であり、不斉炭素原子を一つもつ。また化合物 C には、アミノ基 $-NH_2$ をもつアミノ酸であるが不斉炭素原子をもたない構造異性体 D が存在する。

- (i) 化合物 A と化合物 B の構造式を記せ。
- (ii) 化合物 C に関して正しい記述を次の(あ)~(え)の中からすべて選び、記号で答えよ。
 - (あ) 化合物 C を pH 10 で電気泳動させると、陽極の方向に移動する。
 - (い) 化合物 C は水にもジエチルエーテルにも溶けやすい。
 - (う) 化合物 C に濃硝酸を加えて加熱すると黄色になり、その後アンモニア水などを加えて塩基性になると橙黄色になる。
 - (え) 化合物 C にニンヒドリン水溶液を加えて加熱すると、赤紫色~青紫色を呈する。
- (iii) 1 分子の化合物 C と 1 分子の化合物 D から生じる鎖状(鎖式)のジペプチドの構造式をすべて記せ。
- (iv) イブプロフェンの構造式を記せ。

問 2 次の文章を読み、以下の(i)~(iii)の問いに答えよ。

化合物 E を用いて化合物 K を得るため、実験(1)~(4)を行った。

炭素、水素、酸素から構成される化合物 E は、分子量 122 の芳香族化合物であり、異なる二つの置換基が互いにベンゼン環のメタの位置にある。また、化合物 E に塩化鉄(III)水溶液を加えると、呈色反応を示す。

実験：

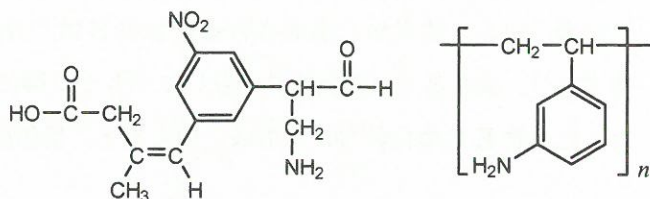
- (1) 化合物 E をアンモニア性硝酸銀水溶液とともに穏やかに加熱したあと、希硫酸を加えて酸性にすることで、化合物 F を得た。
- (2) 分子式 $C_6H_{12}O_2$ の脂肪族化合物 G に希塩酸を加えて加水分解することで、二つの化合物 H と I のみを得た。化合物 H の水溶液は酸性を示した。なお、化合物 I は酸化されると、化合物 H になる。
- (3) 化合物 F に化合物 I と少量の濃硫酸を加えて加熱することで、化合物 J を得た。
- (4) 化合物 J に無水酢酸と少量の濃硫酸を加えて加熱することで、分子量 222 の化合物 K を得た。

- (i) 化合物 E と化合物 K の構造式を記せ。
- (ii) 化合物 H と化合物 I のうち沸点が高いものを選び、その構造式を記せ。
- (iii) 実験(1)~(4)のすべての化学反応における収率がそれぞれ 50 % であったとする。0.50 g の化合物 K を得るには、何 g の化合物 E が必要か、有効数字 2 桁で求めよ。このとき、それぞれの反応により得られた化合物の全量を次の反応に使用したものとする。収率とは、化学反応式の量的関係から計算される生成物の物質量に対して、実際に得られた生成物の物質量の割合である。すなわち、収率[%]は次の式によって計算される。

$$\text{収率}[\%] = \frac{\text{実際に得られた生成物の物質量}}{\text{化学反応式の量的関係から計算される生成物の物質量}} \times 100$$

〔Ⅳ〕 次の文章を読み、問 1 ～ 問 7 の答えを解答欄に記入せよ。ただし、構造式は例にならって記せ。

構造式の例：



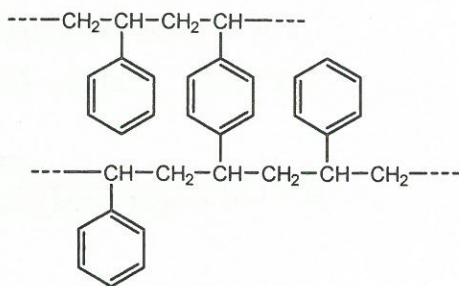
高分子化合物には、多糖類やタンパク質などの ア 高分子化合物や、ビニロンやポリエチレンなど人工的につくられた イ 高分子化合物がある。これらの高分子化合物は単量体が重合することによって^(a)つくり出され、繊維やプラスチックなどに利用される。

アセチレンと酢酸から得られる酢酸ビニルを ウ 重合させたポリ酢酸ビニルは、乳化剤とともに水に分散させるとコロイド溶液^(b)としての性質を示す。^(c)ポリ酢酸ビニルを水酸化ナトリウムで加水分解させると、水溶性の高分子であるポリビニルアルコールとなる。このポリビニルアルコールにホルムアルデヒド水溶液^(d)を反応させて得られるビニロン^(e)は、木綿に似た性質を有し、繊維として利用される。

プラスチックには、加熱するとかたくなる エ 樹脂と、加熱するとやわらかくなる オ 樹脂がある。 オ 樹脂であるポリエチレンには、^(f)やわらかくて透明な低密度ポリエチレンと、かたくて不透明な高密度ポリエチレンがあり、その密度は枝分かれの程度と結晶領域の割合によって異なる。

問 1 文章中の ア ～ オ にあてはまる最も適切な語句を記せ。

問 2 下線部(a)について、右図の高分子化合物は、二種類の単量体からつくられる。いずれの単量体もベンゼン環を一つもち、それぞれのベンゼン環には同じ置換基が結合している。単量体の構造式をそれぞれ記せ。



問 3 下線部(b)の性質として、適切でないものを次の(あ)～(え)の中から一つ選び、記号で答えよ。

- (あ) 透析によって、コロイド溶液からコロイド粒子を分離できる。
- (い) コロイド溶液にレーザー光をあてると、光の通路が見える。
- (う) コロイド溶液と水とを半透膜で仕切った U 字管に入れて長時間放置すると、水側の液面が上がる。
- (え) コロイド溶液の蒸気圧は純溶媒の蒸気圧より低い。

問 4 下線部(c)の反応は以下の反応式で表される。この反応を一般に何というか、最も適切な語句を記せ。また、A ~ C にあてはまる部分構造または化学式を記せ。



問 5 下線部(d)について、平均分子量 3.30×10^4 のポリビニルアルコールから、平均分子量 3.48×10^4 のビニロンが得られた。このとき、ポリビニルアルコールのヒドロキシ基の何%が残っているか、有効数字 2 桁で求めよ。

問 6 下線部(e)は、次の(あ)～(え)のどの高分子化合物に分類されるか。最も適切なものを一つ選び、記号で答えよ。

- (あ) 多糖類 (い) タンパク質 (う) 核 酸 (え) ゴ ム

問 7 下線部(f)における低密度ポリエチレンの特徴として、正しい組み合わせを次の(あ)～(え)の中から一つ選び、記号で答えよ。

	枝分かれ	結晶領域
(あ)	多 い	多 い
(い)	多 い	少ない
(う)	少ない	多 い
(え)	少ない	少ない

このページは白紙です。