

福島県立医科大学

平成 28 年 度
医学部前期入学試験問題

理 科

〔「物理基礎・物理」 「化学基礎・化学」 「生物基礎・生物」〕

(時間：2 出題科目で 120 分)

注 意 事 項

- 1 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- 2 出題科目、ページ及び選択方法は、下表のとおりです。

出 題 科 目	ページ	選 択 方 法
「物理基礎・物理」	1～2	左の 3 出題科目のうちから、あらかじめ届け出た 2 出題科目について解答しなさい。
「化学基礎・化学」	3～4	
「生物基礎・生物」	5～7	

- 3 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
- 4 解答は、すべて解答用紙の所定の欄に記入しなさい。
- 5 問題冊子の余白は計算等に用いて構いません。
- 6 試験終了後、解答用紙のみを回収します。

化学基礎・化学

下の問題〔1〕～〔3〕に答えよ。ただし、計算に必要な場合には、次の原子量を用いよ。

H 1.0, C 12.0, N 14.0, O 16.0, Cl 35.5, Br 80.0

〔1〕 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。

亜鉛は、セン亜鉛鉱(ZnS)を燃焼して酸化亜鉛に変換した後、(ア)とともに高温に熱し、蒸気を冷却して得られる。この金属亜鉛は、銀白色の金属であり、酸化することで(イ)色の酸化亜鉛になる。この酸化亜鉛は酸にも塩基にも溶ける。このような性質を持つものを(ウ)と呼ぶ。

問1 (ア)～(ウ)に当てはまる適切な語句を入れよ。

問2 セン亜鉛鉱を燃焼したときの反応式を示せ。

問3 酸化亜鉛を希硫酸、および水酸化ナトリウム水溶液と反応させたときの反応式をそれぞれ示せ。

問4 亜鉛は、塩酸と反応することにより水素が発生するが、なぜ水素が発生するのかを説明せよ。

問5 亜鉛と銅を含む水溶液から、これらの金属をそれぞれ分離したいとき、どのような実験を行えばよいか述べよ。なお、これらの金属を単体として取り出す必要はない。

〔2〕 次の文章を読み、問1～問6に答えよ。

容積100 Lの頑丈な密閉容器にメタン1 molと酸素4 molが充填されている。内部に設けた電極に火花を飛ばすことによってメタンを完全燃焼させた。容器を25℃まで冷却したところ、生じた水は一部が液化し、生じた二酸化炭素の一部は水に溶解した。

酸素の水への溶解は無視し、気体は理想気体と同じ性質を示すと考える。必要があれば次の値を用いよ。気体定数 $R = 0.082 \text{ L}\cdot\text{atm}/(\text{K}\cdot\text{mol}) = 8.3 \times 10^3 \text{ L}\cdot\text{Pa}/(\text{K}\cdot\text{mol})$ 、水の密度 $1.0 \text{ g}/\text{cm}^3$ 、 $1 \text{ atm} = 1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ 。値は有効数字2桁で答えよ。

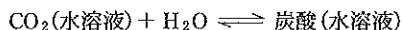
問1 メタンの完全燃焼を化学反応式で表せ。

問2 メタンの燃焼反応後に容器内に存在している二酸化炭素、水、酸素の物質量はそれぞれいくらか。ここで、二酸化炭素については気体の CO_2 (気体)、水に溶解した CO_2 (水溶液)、それがさらに水和した炭酸(水溶液)の合計量を考える。上の文で「(気体)」や「(水溶液)」は各物質の存在状態を表している。水については、水(気体)と水(液体)との合計量を考える。

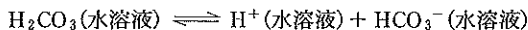
問3 25℃における水の蒸気圧は $0.031 \text{ atm} = 3.2 \times 10^3 \text{ Pa}$ である。冷却後に容器内に生じた液体の水は何mLか。

問4 ヘンリーの法則によれば、水に溶けている気体のモル濃度[気体(水溶液)](mol/L)は、その気体の分圧に比例する。すなわち、[気体(水溶液)] = $K_H \times P_{\text{気体}}$ である。ここで、 K_H はヘンリー定数(mol/(L·atm))、 $P_{\text{気体}}$ は気体の分圧(atm)である。二酸化炭素の場合、 CO_2 (水溶液)と炭酸(水溶液)との二つの形で水に溶けている。ヘンリーの法則の式における[気体(水溶液)]は、二酸化炭素の場合[CO_2 (水溶液)] + [炭酸(水溶液)]に等しいとすると、二酸化炭素の水に対するヘンリー定数は25℃において $3.4 \times 10^{-2} \text{ mol}/(\text{L}\cdot\text{atm})$ である。冷却後に容器内に生じた水に溶けている二酸化炭素、すなわち CO_2 (水溶液)と炭酸(水溶液)とを合わせた物質量を求めよ。

問5 CO_2 (水溶液)と炭酸(水溶液)は平衡にある。すなわち、



また、炭酸は弱酸であり、つぎのような解離平衡にある。(2段階目の解離は無視してよい。)



これらの平衡については、つぎのように平衡定数が求められている。

$$K_1 = \frac{[\text{H}^+(\text{水溶液})] \times [\text{HCO}_3^-(\text{水溶液})]}{[\text{CO}_2(\text{水溶液})] + [\text{H}_2\text{CO}_3(\text{水溶液})]} = 4.6 \times 10^{-7} (25^\circ\text{C})$$

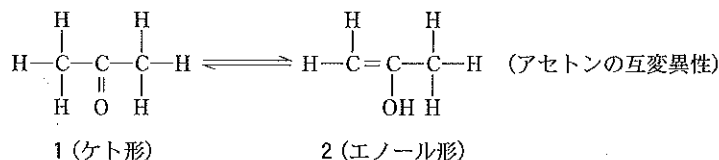
冷却後容器内に生じた水の水素イオン濃度を求めよ。

問6 冷却後の容器内の圧力を求めよ。

〔3〕 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。

カルボニル基に隣接する炭素に水素原子を持つカルボニル化合物は下記に示したアセトンの例のようにケト形異性体1とエノール形異性体2に速やかに相互変換することが知られている。この相互変換は互変異性とよばれる特殊な異性現象であり、各異性体は互変異性体とよばれる。

解答にあたり、構造式は特に指定がない限り、下記の構造式のように書け。ただし光学異性体について考慮する必要はない。



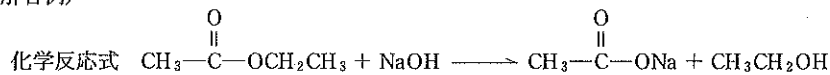
問1 プタナール(ブチルアルデヒド)のケト互変異性体とエノール互変異性体の構造式をそれぞれ上の例のように可逆反応式で示せ。

問2 上の例に示したアセトンのケト形異性体1とエノール形異性体2の互変異性は少量の酸触媒により反応が進みケト形異性体からエノール形異性体への反応速度が大きくなる。逆反応(エノール形異性体2からケト形異性体1への反応)の反応速度は酸触媒によってどうなるか。理由も含めて述べよ。

問3 触媒として硫酸水銀(II)を溶かした希硫酸水溶液中にアセチレンを通じると分子量50以下の炭素、水素、酸素から構成される化合物が得られた。生成する化合物の構造式を書け。また解答した化合物が得られる理由を述べよ。

問4 問3で用いた触媒の硫酸水銀(II)は有害であるので、問3で生成する化合物を得る方法として、アセチレン以外の出発物質や安全性の高い触媒を用いる合成方法が考えられた。問3で生成する化合物を合成するための出発物質としてエチレンを用いた場合とエタノール(エチルアルコール)を用いた場合について、それぞれの場合の化学反応式を下記の解答例のように書け。併せてその反応条件を簡潔に書け。ただし反応試薬のうち触媒を用いる場合は触媒の物質名または化学式を書け。

(解答例)



反応条件：酢酸エチルに水酸化ナトリウム水溶液を加え加熱する。

問5 プタナール(ブチルアルデヒド)2.0 molが一定の温度で平衡状態に達したときに0.4 molのエノール互変異性体が存在することが分かった。問1で解答したプタナール(ブチルアルデヒド)の可逆反応式をもとに、このときの平衡定数Kを求めよ。