

山口大学一般前期

平成 23 年度 入学者選抜学力検査問題

理 科

注 意 事 項

- 1 試験開始の合図があるまで、問題冊子及び解答用紙の中を見てはいけません。
- 2 出題科目、ページ及び解答用紙の枚数は、下表のとおりです。

なお、解答用紙枚数過不足がある場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。

出題科目	ページ	解答用紙枚数
物 理	1 ～ 10	4
化 学	11 ～ 19	5
生 物	20 ～ 33	6
地 学	34 ～ 43	5

- 3 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚れ等気がついた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
- 4 試験開始後、すべての解答用紙に受験番号、志望学部及び氏名を記入してください。受験番号の記入欄はそれぞれ 2 箇所あります。
- 5 解答はすべて解答用紙の指定された解答欄に記入してください。
- 6 問題冊子の余白は適宜使用してください。
- 7 各問題の配点は 100 点満点としたときのものです。
- 8 試験終了後、問題冊子は持ち帰ってください。

化 学

必要があれば次の数値を用いなさい。

原子量 $H = 1.0$, $C = 12.0$, $N = 14.0$, $O = 16.0$, $Na = 23.0$, $S = 32.1$,
 $Ca = 40.1$, $Cu = 63.6$

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

アボガドロ定数 $N_A = 6.02 \times 10^{23} / \text{mol}$

計算では、気体は理想気体と仮定しなさい。

1 次の文章を読んで、問1～問5に答えなさい。(配点 30)

濃度未知の硫酸銅(Ⅱ)水溶液 200 mL に、質量パーセント濃度 4.0 % の水酸化ナ
(1) トリウム水溶液(密度 1.04 g/cm^3)を加え、青白色の沈殿を生成させた。この青白
色の沈殿を含む水溶液を加熱してすべて黒色の沈殿とし、ろ過、洗浄、乾燥して質
(2) 量を測定すると 0.320 g であった。この黒色沈殿を、水素気流中において 500°C
(3) で加熱すると、質量が 20 % 減少し、銅の単体が生成した。

問 1 下線(1), (2), (3)の反応を、化学反応式で示しなさい。

問 2 溶液中の銅がすべて黒色沈殿に変化したとして、硫酸銅(Ⅱ)水溶液のモル濃度を有効数字 3 桁で答えなさい。計算過程も示しなさい。

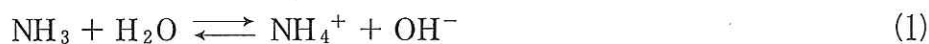
問 3 下線(1)の反応において、水酸化ナトリウム水溶液を何 mL 以上加えると、水溶液中の Cu(Ⅱ) イオンがすべて青白色の沈殿に変化するか、有効数字 2 桁で答えなさい。ただし、青白色の沈殿の溶解度は 0 (ゼロ)であると仮定する。計算過程も示しなさい。

問 4 青色の岩絵具である群青^{ぐんじょう}は、銅のさびである緑青^{ろくしょう}と同様に、炭酸銅(Ⅱ)と水酸化銅(Ⅱ)を主成分とする。群青^{ぐんじょう}を大気中において 450 °C まで加熱すると、下線部(2)の沈殿と同じ物質の黒色粉末が得られ、質量が 31 % 減少する。群青^{ぐんじょう}を炭酸銅(Ⅱ)と水酸化銅(Ⅱ)の混合物と仮定し、群青^{ぐんじょう}中の炭酸銅(Ⅱ)のモル分率を有効数字 2 桁で答えなさい。計算過程も示しなさい。

問 5 群青^{ぐんじょう}と同様に、硫酸銅(Ⅱ)五水和物も鮮やかな青色を示す。群青^{ぐんじょう}と硫酸銅(Ⅱ)五水和物を見分けるためには、どのような化学実験を行ったらよいか。考えられる実験方法のうち 2 つを、それぞれ 72 字以内で説明しなさい。

2 アンモニアと塩化アンモニウムからなる緩衝液に関する次の文章を読んで、問1～問3に答えなさい。(配点 20)

アンモニア(NH_3)を水に溶解すると、(1)式の電離平衡を示す。



一方、塩化アンモニウム(NH_4Cl)は、水溶液中で(2)式のように電離している。



また、水もわずかに電離し、(3)式に示す電離平衡が成立している。



この反応の電離定数 K は(4)式で与えられる。

$$K = \frac{[\text{H}^+][\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]} \quad (4)$$

水の濃度 $[\text{H}_2\text{O}]$ は一定とみなすことができるので、(4)式は

$$[\text{H}^+][\text{OH}^-] = K[\text{H}_2\text{O}] = K_w \quad (5)$$

となる。この K_w を水のイオン積という。

濃度 c_b [mol/L] のアンモニア水についてアンモニアの電離度を α とすると、電離平衡状態での NH_3 、 NH_4^+ 、 OH^- の濃度は、 c_b と α を用いてそれぞれ ア [mol/L]、イ [mol/L]、ウ [mol/L] で示される。したがって、アンモニアの電離定数 K_b は、 c_b と α を用いて(6)式のように表される。

$$K_b = \text{ エ } \quad (6)$$

もし、電離度 α が 1 に比べて非常に小さければ、 α は K_b と c_b を用いて(7)式のように表される。

$$\alpha = \boxed{\text{オ}} \quad (7)$$

アンモニアと塩化アンモニウムからなる緩衝液に少量の酸や塩基を加えても、溶
(a)液の pH はほとんど変わらない。 この緩衝液の水素イオン濃度 $[H^+]$ は、塩化アンモニウムの濃度 c_s [mol/L] および c_b 、 K_b を用いて(8)式のように表される。

$$[H^+] = \boxed{\text{カ}} \quad (8)$$

問 1 $\boxed{\text{ア}}$ ～ $\boxed{\text{カ}}$ に当てはまる式を答えなさい。

問 2 塩化アンモニウム水溶液は酸性を示す。その理由を化学平衡に基づき説明しなさい。

問 3 下線部(a)で、pH がほとんど変わらない理由を説明しなさい。関係する化学反応式も示すこと。

3 以下の仮定 1～仮定 3 に基づき、問 1～問 6 に答えなさい。数値で答える場合には、有効数字を 2 桁としなさい。(配点 20)

仮定 1 水素は水に溶解しないものとする。

仮定 2 水の飽和蒸気圧は、300 K においては $3.6 \times 10^3 \text{ Pa}$ とし、360 K においては $6.2 \times 10^4 \text{ Pa}$ とする。

仮定 3 容器に入れた液体は気液平衡にあり、固体や液体であるときの体積は、気体であるときの体積に比べて十分小さいので無視できるとする。

問 1 温度 300 K、圧力 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ において体積が 100 L の水素がある。この水素を、(ア)圧力一定で 360 K にした場合と、(イ)温度一定で圧力を $9.1 \times 10^4 \text{ Pa}$ にした場合について、その体積をそれぞれ求めなさい。

問 2 水と水素だけが入っている 3 つの容器、A、B および C がある。これらの容器は 313 K の温度に保たれている。容器内では、水の一部は気化して水蒸気となり、液体の水と共存している。下の表には、容器の容積、容器に入っている水の質量、容器内の水素分圧と全圧が示されている。

A、B および C の 3 つの容器内の水の蒸気圧をそれぞれ求めなさい。また、その結果に基づいて、水の蒸気圧と、容器の容積や全圧との関係を述べなさい。

	容積 [L]	水の質量 [g]	水素分圧 [Pa]	全圧 [Pa]
A	20	3.0	6.2×10^3	1.36×10^4
B	10	3.0	1.24×10^4	1.98×10^4
C	20	6.0	3.1×10^3	1.05×10^4

問 3 温度 300 K、容積 20 L の容器内に、水のみが入っていて気液平衡の状態にある。容器内の全圧が $3.6 \times 10^3 \text{ Pa}$ であるとき、この容器内の水蒸気の質量を求めなさい。計算過程も示しなさい。

問 4 温度 300 K, 容積 20 L の容器内に, ある量の水素と 3.0 g の水が入っている。容器内の全圧が 9.9×10^4 Pa であるときの水素の分圧を求めなさい。

問 5 問 4 の容器の温度を 300 K に保ったまま, 容積を 100 L にした。このときの容器内の全圧と水素の分圧を求めなさい。計算過程も示しなさい。

問 6 容積 20 L の容器に 36 g の水だけが入っている。そこに, 21 g の粉末状の水素化カルシウム (CaH_2) を入れた。

水素化カルシウムは, 水と反応すると水素と水酸化カルシウムに変化する。この化学変化を化学反応式で書きなさい。

また, この容器内の水素化カルシウムがすべて水酸化カルシウムに変化し, 温度が 360 K となったときの, 全圧と水素の分圧を求めなさい。計算過程も示しなさい。

4 次の文章を読んで、問 1 ～問 3 に答えなさい。(配点 12)

化合物 A は、分子式が $C_6H_{12}O$ で、光学異性体が存在する。化合物 A は、ヨードホルム反応には活性を示すが、フェーリング液を還元しない。また、化合物 A にナトリウムを加えても、水素は発生しない。

化合物 B は、化合物 A と同様に分子式が $C_6H_{12}O$ で、6 つの炭素からなる環をもち、ナトリウムを加えると水素が発生する。化合物 B を濃硫酸と加熱すると、分子式 C_6H_{10} で表される化合物 C と、分子式 $C_{12}H_{22}O$ で表される化合物 D とが生じた。

問 1 化合物 A の構造式を書きなさい。不斉炭素原子には*印をつけること。

問 2 どのような官能基をもつ有機化合物にナトリウムを加えると、水素が発生するか答えなさい。また、その官能基をもつ有機化合物にナトリウムを加えた際、水素が発生する化学反応式を示しなさい。有機化合物のもつアルキル基は、R で表すこと。

問 3 化合物 B, C および D の構造式をそれぞれ書きなさい。

5 次の文章を読んで、問1～問5に答えなさい。数値で答える場合には、有効数字を2桁としなさい。(配点18)

デンプンは、グリコーゲンやセルロースと同様に分子式 ア で示される多糖類である。デンプンの中には、80℃程度の温水に溶けやすいアミロースと溶けにくいアミロペクチンがある。デンプンからエタノールを生産する場合、まず、アミラーゼ等の酵素や希酸でグルコース単位間の結合を イ 分解してグルコースとする。次に、酵母による発酵によってエタノールを生産する。バイオエタノールとして利用する場合には、発酵後、蒸留等によって高濃度にする。

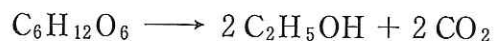
問1 ア と イ に当てはまる式あるいは語句を答えなさい。

問2 アミロースとアミロペクチンの構造の違いを説明しなさい。

問3 あるアミロースをすべてグルコースに分解したところ、アミロース1分子当たり 3.5×10^3 分子のグルコースが回収された。アミロースがグルコースに分解される化学反応式を書きなさい。また、このアミロースの平均分子量を求めなさい。計算過程も示しなさい。

問4 水溶液中で、グルコースは3種類の異性体の平衡状態として存在している。それらの1つは還元性を示すが、それはどのような官能基によるか、官能基の名称を答えなさい。

問 5 グルコースから発酵によってエタノールが生じる化学反応式を以下に示す。



発酵によって、 27°C 、 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ において $1.5 \times 10^4 \text{ L}$ の体積をしめる二酸化炭素が発生した。このとき消費されたグルコースの質量を求めなさい。計算過程も示しなさい。ただし、グルコースはこの反応以外には使われなし、二酸化炭素はこの反応以外からは発生しないものと仮定する。また、二酸化炭素の水溶液への溶解は無視できる量とする。