

平成 22 年度 入学者選抜学力検査問題

理 科

注意事項

- 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。
- 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。

出題科目	ページ	解答用紙枚数
物理	1 ~ 10	4
化学	11 ~ 20	5
生物	21 ~ 38	6
地学	39 ~ 50	6

- 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に気がついた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
- 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。
- 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。
- 問題冊子の余白は適宜使用してください。
- 各問題の配点は 100 点満点としたときのものです。
- 試験終了後、問題冊子は持ち帰ってください。

化 学

必要であれば、次の値を用いなさい。

原子量 : H = 1.0, C = 12, O = 16, S = 32, Ba = 137, Pb = 207

ファラデー定数 : $F = 96500 \text{ C/mol}$

計算では、気体は理想気体と仮定しなさい。

数値で答える場合には、特に指示がない限り、四捨五入して有効数字 2 桁で答えなさい。

1 次の問い合わせに答えなさい。(配点 20)

問 1 硫酸は不揮発性の無色の重い液体(密度 約 1.8 g/cm^3)である。また、濃度^①によってその程度は異なるが、強酸性、酸化作用、脱水作用などを示す。^② ^③ ^④

次の(a)～(c)は硫酸のおもにどのような性質によるものか。下線部①～④から最も適当なものを 1 つ選び、番号で答えなさい。また、(a)～(c)の反応を化学反応式で示しなさい。

- (a) 亜硫酸水素ナトリウムに希硫酸を加えると、気体が発生する。
- (b) 銅片に濃硫酸を加えて熱すると、気体が発生する。
- (c) エタノールに濃硫酸を加えて $160\sim170^\circ\text{C}$ に加熱すると、エチレンが生成する。

問 2 濃硫酸には吸湿性があるので、乾燥剤として用いられることがある。次の気体のうち、濃硫酸を乾燥剤として使用できない気体を書き、その理由を答えなさい。

塩化水素, 二酸化炭素, アンモニア, 塩素

問 3 18 mol/L の濃硫酸を水で薄めて、3 mol/L の希硫酸を 60 mL 作りたい。濃硫酸は何 mL 必要かを答えなさい。また、適切な操作の手順を説明しなさい。
ただし、使用する実験器具について答える必要はない。

問 4 5.0×10^{-3} mol/L の希硫酸 50 mL をとり、これに 0.10 mol/L の塩化バリウム水溶液 2.0 mL を加えると沈殿が生じた。この水溶液に沈殿物は溶解しないと考えて、生成した沈殿の質量を求めなさい。計算過程も示しなさい。

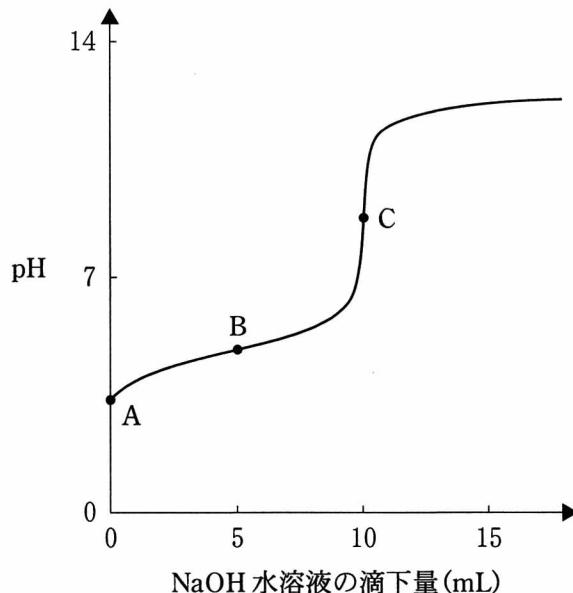
問 5 希硫酸に、鉛 Pb の電極(負極)と酸化鉛(IV) PbO_2 の電極(正極)を浸した電池を鉛蓄電池という。鉛蓄電池を 5.0 A の電流で 64 分 20 秒間放電させたとき、正極および負極で起こる反応をイオン反応式で書きなさい。さらに、放電させた後、正極および負極の質量がそれぞれ何 g ずつ増加または減少したかを計算しなさい。計算過程も示しなさい。

2 次の文章を読んで、後の問い合わせに答えなさい。(配点 20)

必要であれば、次の値を用いなさい。

$$\sqrt{2.8} = 1.7, \log 2.8 = 0.45, \log 1.7 = 0.23$$

下図は、 0.10 mol/L 酢酸水溶液 10 mL に 0.10 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液を滴下し、pH を測定した結果である。C は中和点を、B は中和に必要な量の半分の水酸化ナトリウム水溶液を滴下したときの点を示す。この実験条件下での酢酸の電離定数 K_a を $2.8 \times 10^{-5}\text{ mol/L}$ とする。



問 1 点 A (0.10 mol/L 酢酸水溶液) の pH を、計算過程を示して答えなさい。ただし、このときの酢酸の電離度は 1 に比べて非常に小さいものとする。

問 2 点 B では、酢酸(CH_3COOH)と酢酸イオン(CH_3COO^-)の濃度は等しい。
点 B の pH を、計算過程を示して答えなさい。

問 3 点 C と比べて、点 B では水酸化ナトリウム水溶液を加えても pH の変化は小さい。このような pH の変化が小さい溶液を何と呼ぶか答えなさい。また、pH の変化が小さい理由を説明しなさい。

問 4 中和点である点 C が塩基性となる理由を、反応式を用いて説明しなさい。

3 次の文章を読んで、後の問い合わせに答えなさい。(配点 20)

スクロース(分子式： $C_{12}H_{22}O_{11}$)1.0 g を10 g の水に溶かした水溶液Aの凝固点を測定したところ、 -0.54°C になった。

次に、マルトースとスクロースが混ざった糖1.0 g を10 g の水に溶かした溶液を水溶液Bとした。水溶液Bに少量の酵素を加えて、スクロースだけを全て单糖類に加水分解させた溶液を水溶液Cとした。水溶液Cの凝固点を測定したところ、 -0.90°C になった。

水溶液A, B, Cを別々に3本の試験管に等量とり、フェーリング液を加えて加熱したところ次の結果を得た。

試験管1：少量の赤色沈殿が生じた。

試験管2：多量の赤色沈殿が生じた。

試験管3：赤色沈殿は生じなかつた。

問1 次の文中の [ア] ~ [カ] に適切な数値あるいは語句を入れて、文章を完成させなさい。

非電解質の希薄溶液の凝固点降下度は、溶質の種類に無関係で溶液の質量モル濃度に [ア] する。水溶液Aのスクロースの質量モル濃度は [イ] mol/kg である。水溶液Aの凝固点が -0.54°C であることから、水のモル凝固点降下は [ウ] K·kg/mol と計算される。マルトースとスクロースの分子量が等しいことから、水溶液AとBの凝固点は等しい。スクロースを加水分解するとグルコースと [エ] が生じる。添加した酵素および加水分解に使われた水の凝固点への影響を無視すると、水溶液Cの凝固点が -0.90°C であることから、水溶液Cの溶質の質量モル濃度は [オ] mol/kg と計算され、水溶液Bに含まれるスクロースの質量モル濃度は [カ] mol/kg と計算される。

問 2 スクロースだけを単糖類に加水分解させるためには、次のどの酵素を加えた
らよいか記号で答えなさい。

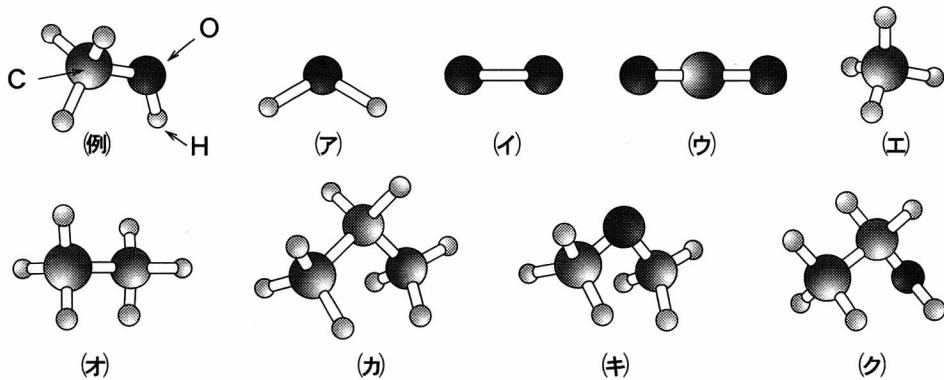
- a) アミラーゼ
- b) インペルターゼ
- c) セルラーゼ
- d) マルターゼ

問 3 酵素は生体で起こる化学反応の触媒として働く。酵素反応の特徴を 3 つ書き
なさい。

問 4 フェーリング液を加えた実験において、試験管 1 ~ 3 にどの水溶液が入って
いたと考えられるか、理由をつけて記号 A, B, C を用いて答えなさい。

4 次の問いに答えなさい。反応熱に関しては、有効数字 2 術に限定せず整数で答えなさい。(配点 20)

問 1 下図は、それぞれ、ある分子の分子模型をある角度から見た図である。(例)はメタノールの分子模型である。下図の(ア)～(ク)の中から、(a)ジメチルエーテル、(b)酸素、(c)二酸化炭素、(d)水の各分子模型の図として適切と考えられるものを選び、解答欄にその記号を記入しなさい。ただし、この分子模型では単結合も二重結合も 1 本の棒で表している。



問 2 25 °C, 1013 hPaにおいて、ジメチルエーテル(気), 二酸化炭素(気), 水(液)の生成熱は、それぞれ、184 kJ/mol, 394 kJ/mol, 286 kJ/molである。それぞれの物質の生成熱を表す熱化学方程式を書きなさい。ただし、すべての物質の化学式の後に、(気), (液), (黒鉛)のいずれかを付記すること。

問 3 問 2 の 3 つの熱化学方程式から、25 °C, 1013 hPaにおいてジメチルエーテルを完全燃焼させたときの熱化学方程式を書きなさい。ただし、すべての物質の化学式の後に、(気), (液), (黒鉛)のいずれかを付記すること。

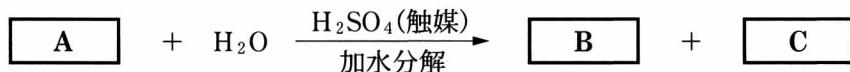
問 4 気体のジメチルエーテル 1.5 L を完全燃焼させた。このとき、反応した酸素の体積と生じた二酸化炭素の体積は、反応前と同じ温度、同じ圧力において、それぞれ何 L か、答えなさい。ただし、気体は水に溶けないものとする。

問 5 気体のジメチルエーテル 1.5 L を酸素 8.0 L と混ぜ、完全燃焼させた。反応後の気体の総体積は、反応前と同じ温度、同じ圧力において何 L であるか、計算過程を示して答えなさい。ただし、生成した水は全て液体であるとし、気体は水に溶けないものとする。

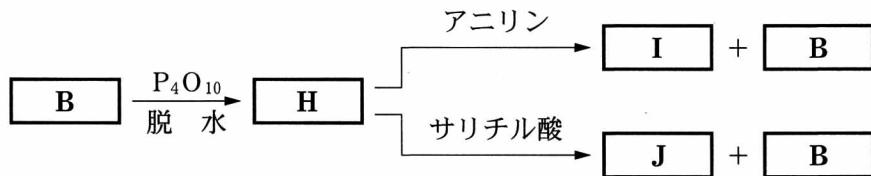
5 次の文章を読んで、後の問い合わせに答えなさい。(配点 20)

炭素、水素および酸素だけからなる有機化合物 A や A に関する化合物についての情報を得るために以下の実験等を行った。

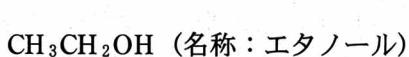
- (a) 化合物 A の元素分析の結果は、炭素 58.8 %、水素 9.9 %、酸素 31.3 % であった。また、A の分子量は 102 であった。
- (b) 化合物 A を少量の硫酸を含む水溶液と反応させると加水分解が進行し、化合物 B と C が生成した。



- (c) 化合物 B は有用な化学物質であり化合物 D を酸化することによって得られる。化合物 D は工業的には触媒(例えば PdCl_2 と CuCl_2 の組み合わせ)を用いてエチレンを酸化することによって製造されている。
- (d) 化合物 B を水酸化カルシウムと反応させて生成する化合物 E を空気を遮断して熱分解すると無機化合物 F と有機化合物 G が生成した。この G を還元すると化合物 C が生成した。
- (e) 化合物 B を適当な脱水剤(例えば P_4O_{10})と反応させると化合物 H が生成した。H と芳香族化合物であるアニリンおよびサリチル酸との反応により B と医薬品やその中間化合物である I および J が生成した。



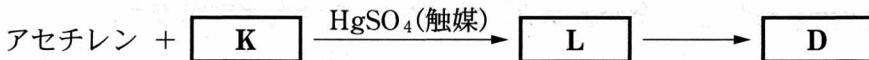
示性式および名称の例



問 1 実験(a)の結果から化合物 A の分子式を示しなさい。解答を導くまでの計算過程がわかるように説明しなさい。

問 2 化合物 A, B, C, D および H, I, J の示性式と化合物名称を解答欄に示した「スチレン」を参考にして書きなさい。

問 3 化合物 D は過去においては、アセチレンを出発原料にして硫酸水銀(HgSO_4)などを触媒に用いて不安定な化合物 L を経て製造されていた。化合物 K および L の示性式を例にならって記し、次に示した D への変化の反応式を完成させなさい。



問 4 実験(d)の下線①の部分の化学変化を反応式で書きなさい。