

平成 19 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。

出題科目	ページ	解答用紙枚数
物 理	1 ～ 7	4
化 学	8 ～ 15	5
生 物	16 ～ 29	7
地 学	30 ～ 43	6

- 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。
- 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, O = 16, Cl = 35.5, Cu = 63.5, Ag = 108

ファラデー定数：F = 96500 C/mol

$\log_{10} 3 = 0.477$, $\log_{10} 5 = 0.699$

数値で答える場合は、特に指示がない限り、有効数字2桁で答えなさい。

1 次の文章を読んで、後の問いに答えなさい。(配点20)

金属元素は周期表の中央部に位置する3～11族の 元素と、その左右に位置する 元素とからなる。1族に属する6種類の元素(Li, Na, K, Rb, Cs, Fr)をアルカリ金属という。これらの単体は、金属光沢をもち、やわらかい。また、密度は小さく、融点は低い。アルカリ金属の単体は、石油中などに保存する。 2族元素は2個の価電子をもっているため、アルカリ金属に比べて原子間の結合が 。したがって、これらの単体の融点は、アルカリ金属の融点よりも 。2族元素のうち、Ca, Sr, Ba, Raをアルカリ土類金属という。アルカリ土類金属は、冷水と反応し、 を発生する。1, 2族以外の 元素のうち、Al, Zn, Sn, Pbは、酸とも塩基とも反応するので、 元素と呼ばれている。 元素は、同一元素で複数の酸化数を示すことが , イオンや化合物は有色のものが などの特徴がある。

多くの金属は、酸化物や硫化物などの化合物として自然界に存在している。これらの化合物から単体の金属を取り出すことを という。鉄は Fe_3O_4 を主成分とする磁鉄鉱や、 Fe_2O_3 を主成分とする赤鉄鉱などを含んだ鉄鉱石を原料として製造される。これらをコークス(C)や石灰石(CaCO_3)とともに溶鉱炉に入れ、炉底から熱風を吹き込むと、鉄鉱石の 反応が起こる。その結果生じた融

②

解状態の鉄を抜きとったものが銑鉄である。銑鉄は3～5%の炭素の他、微量の不純物を含むため、硬いがもろい。よって、転炉において銑鉄に を吹き込んで炭素を燃焼させ、炭素の含有量を0.04～1.7%にする。こうして得られたものを という。鉄は反応性が高く、水分を含んだ空気中ではさびが発生する。この欠点を改良したものの一つが、鉄にクロムと を加えた合金の である。

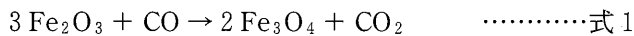
問 1 ～ に当てはまる適切な語句を答えなさい。

問 2 ～ にふさわしい語句を下から選びなさい。

強い 弱い 高い 低い 多い 少ない

問 3 下線部①について、その理由を書きなさい。

問 4 下線部②について、 Fe_2O_3 は以下に示す CO との反応(式1～3)により段階的に変化する。式2の反応式を書きなさい。



問 5 Fe_3O_4 中では、酸化数の異なる二種の鉄原子が存在している。これらの酸化数を答えなさい。また、酸化数の大きい鉄の量に対する酸化数の小さい鉄の量の比を答えなさい。

2 以下の文章A, Bを読んで、後の問いに答えなさい。ただし、発生する気体は水に溶けないものとする。(配点 20)

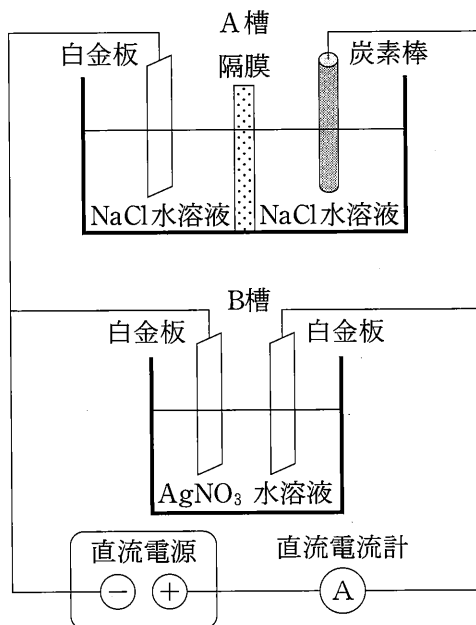
A 金属亜鉛は、酸とも塩基とも反応する。たとえば、酸との反応では、亜鉛 Zn ^① に希硫酸を加えると、亜鉛は気体を発生しながら溶けて、亜鉛イオン Zn^{2+} になる。また、塩化銅(II) $CuCl_2$ 水溶液に亜鉛板を浸すと、亜鉛が溶けて亜鉛板の表面 ^② に銅が析出してくる。この反応から、亜鉛は銅よりもイオンになりやすいことがわかる。硫酸銅(II) $CuSO_4$ 水溶液に、亜鉛板と銅板を接触させて浸すと、亜鉛は電子を放出し、亜鉛イオン Zn^{2+} になって溶け出し、電子は銅(II)イオン Cu^{2+} によって受け取られ、亜鉛板および銅板上に銅が析出する。亜鉛板と銅板を離して導線で結ぶと、電子は導線中を亜鉛板から銅板へ移動する。このように 酸化還元反応における電子の授受を 2 つの電極間で行わせ、電子の流れを外部に ^③ とり出す装置を電池という。

問 1 (a) 鉄, 銅, マグネシウムの 3 つの金属の中で、下線部 ① とは異なり、希硫酸を加えても気体を発生して溶解しないのはどの金属か答えなさい。

(b) ある金属イオンを含む水溶液に亜鉛板を浸すと、下線部 ② と同様に、亜鉛の表面には金属が析出した。しかし、同じ水溶液に銅板を浸した場合には、銅表面には何の変化も起こらなかった。この水溶液に含まれると考えられるイオンを、 Mg^{2+} , Al^{3+} , Pb^{2+} , Ag^+ の 4 つのイオンから選んで答えなさい。

問 2 下線部 ③ の電池の 1 つにダニエル電池がある。ダニエル電池の正極および負極に用いる金属を答え、各電極で起こる反応の化学反応式を書きなさい。

B 図のように、2つの電極を浸した電解槽 A(A槽)および電解槽 B(B槽)に、直流電源、直流電流計を接続し、0.500 A の電流を2時間40分50秒間通電して、電解を行った。電解の前後で、B槽の陰極の重量を測定したところ、2.16 g 増加していた。



- 問 3 (a) A 槽の陰極側で起こる反応の化学反応式を書きなさい。
 (b) A 槽の陰極から発生した気体をすべて捕集すると、その気体の標準状態における体積はいくらになるか。計算過程も示して答えなさい。

問 4 A 槽の中央部には隔膜をおき、両側の溶液が混ざらないようにしている。電解後における、A 槽の白金電極側の溶液の pH はいくらか。計算過程も示して、有効数字 3 桁で答えなさい。ここで、隔膜の両側での溶液の体積は 200 ml ずつであり、電解前の溶液の pH は 7、電解による電解液の体積変化はなく、電解により生じたイオンは隔膜を通して移動しないものとする。

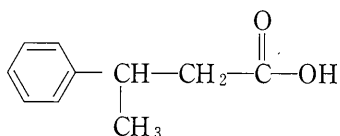
3 次の文章を読んで、後の問いに答えなさい。(配点 20)

アルケン A (一般式 C_nH_{2n}) 1 mol に塩素 (Cl_2) 1 mol を付加させると、113 g の化合物 B が得られる。一方、このアルケン A に水を付加すると、第二級アルコール C が得られる。このアルコール C を酸化すると化合物 D が得られる。アルコール C の異性体である第一級アルコール E を酸化すると、化合物 F が得られる。この化合物 F をアンモニア性硝酸銀水溶液とともに加熱すると、銀が析出する(銀鏡反応)^①。一方、化合物 D はこの反応を示さない。

他方、アルケン A とベンゼンを反応させると分子量 120 の芳香族炭化水素 G が得られる。この芳香族炭化水素 G を酸素で酸化した後、希硫酸で分解すると、化合物 D および化合物 H が得られる。化合物 H は水酸化ナトリウムと反応して水溶性のナトリウムフェノキシドになる。^② また、ナトリウムフェノキシドは、ベンゼンに濃硫酸(または発煙硫酸)を加え加熱して生成する化合物を水酸化ナトリウムとともに加熱融解することでも得られる。^③

問 1 化合物 A ~ G の構造式を例にならって書きなさい。

構造式の例



問 2 下線部 ① の反応を示す官能基の名称を答えなさい。

問 3 下線部 ① の反応から化合物 F はどのような性質をもつと考えられるか答えなさい。

問 4 下線部 ② の反応を化学反応式で書きなさい。

問 5 下線部 ③ の反応を化学反応式で書きなさい。

4 次の文章を読んで、後の問いに答えなさい。(配点 20)

多糖類は単糖類が数多く縮合重合した高分子化合物である。例えば、植物細胞の主要な構造支持分子であるセルロースはグルコースが縮合重合してできており、一般に重合度は数千程度である。我々ヒトは植物性の食品を通じてセルロースを体内に取り込んでいるが、ヒトの体内にはセルロースを消化するための酵素(セルラーゼ)が存在しないことから、取り込まれたセルロースはそのまま排泄される。他方、牛などの草食動物では消化器官に棲息する微生物がセルロースをグルコースにまで分解し、さらに有機酸、二酸化炭素、メタン等へと変換している。

①

問 1 次の(ア)~(エ)のうちセルロースを主成分とするものはどれか、記号で答えなさい。

(ア) ジャガイモ (イ) 木綿 (ウ) 天然ゴム (エ) 寒天

問 2 セルロース以外で、グルコースが縮合重合してできる多糖類の名称を2つ挙げなさい。

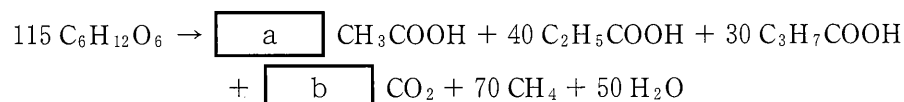
問 3 セルラーゼは次の(ア)~(エ)のどの働きをするか、記号で答えなさい。

(ア) 酸化還元 (イ) 脱離 (ウ) 合成 (エ) 加水分解

問 4 重合度が 5000 のセルロースの分子量はいくらか。計算過程を示して答えなさい。

問 5 以下の化学反応式は下線部 ① で示された反応の総和を表している。

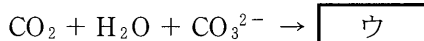
および に入る数字を答えなさい。



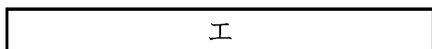
5 次の文章を読んで、後の問いに答えなさい。(配点 20)

大気の圧力は、水銀の入った容器中に倒立させたガラス管中の水銀柱の高さから計ることができる。1気圧(1013 hPa)は水銀柱の高さで約 cm に相当する。これはガラス管外の水銀面にかかる大気圧と cm の水銀柱の重さによる圧力がつり合っているためである。このことを基に、地球の半径 6380 km および水銀の密度 13.5 g/cm^3 を使って、地球大気の総重量を t(注 1)と見積もることができる。このうち二酸化炭素の割合は 0.051 % (重量%) であり、その総重量は t となる。人間活動によって大気中に排出される二酸化炭素量は年間 230 億 t という推定があり、これによる大気中の二酸化炭素の増加が地球環境に及ぼす影響が懸念されている。

大気中の二酸化炭素の主な吸収源は海洋である。海水は pH が約 8 の塩基性である。二酸化炭素が海水に溶けると、一部が水と反応して イオンを生じるため pH の が起こる。また、この イオンは、もともと海水中にある炭酸イオンと反応する。これらをあわせて考えると、結局、次の反応により海水中の炭酸イオンが減少することになる。



一方、海洋中には炭酸カルシウムが存在し、次の溶解平衡があると考えられる。



したがって、海水中の炭酸イオンの減少は炭酸カルシウムの によって補われることになる。多くの海洋プランクトンは炭酸カルシウムの結晶である方解石(カルサイト)またはあられ石(アラゴナイト)の殻をもっている。これらの溶解度積(注 2)は、それぞれ、 $4.4 \times 10^{-7} \text{ mol}^2/\text{l}^2$ (カルサイト)および $6.8 \times 10^{-7} \text{ mol}^2/\text{l}^2$ (アラゴナイト)と見積もられている。海水中のカルシウムイオンの濃度は 0.010 mol/l なので、炭酸イオン濃度の減少にともない、炭酸イオン濃度が 以下になると、 の溶解が始まり、さらに 以下になると

の溶解が始まる。つまり、二酸化炭素の海洋への吸収の結果として海洋プランクトンが殻をつくれぬ環境となり、生態系が大きく変化する可能性があることが指摘されている。特に、南極や北極などの極地方では、海水温が低く二酸化炭素の海水への溶解度が ため、上記の状況が早く訪れることが危惧されている。

注1 $1\text{ t} = 1000\text{ kg}$

注2 溶媒中に溶けにくい塩が存在する時、その塩を構成する陰陽両イオンの濃度の積を溶解度積という。温度が一定なら一定値となる。

問1 上の文章の ~ に適切な数値または値を入れなさい。ただし、 および については、その計算過程も示しなさい。

問2 上の文章の ~ に適切な語句、化学式または化学反応式を入れなさい。

問3 一定量の海水中に、炭酸カルシウム、炭酸イオンおよび炭酸水素イオンとして存在する二酸化炭素を回収するにはどのような実験を行えばよいか、30字以内で書きなさい。