

平成28年度入学試験問題(前期)

理 科

注 意

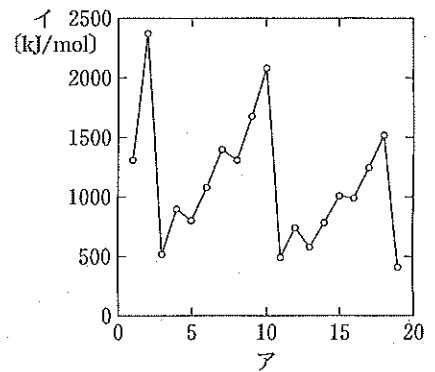
1. 合図があるまで表紙をあげないこと。
2. 物理、化学、生物のうちから2科目を選択し、別紙解答用紙に受験番号、氏名を記入すること。
(ただし受験票、入学願書に記入した2科目に限る。)
3. 選択した科目以外の科目(例えば物理、化学を選択した場合は生物)の解答用紙にも受験番号、氏名を記入し、全体に大きく×印をすること。
4. 解答は解答用紙の枠内に記入すること。
5. 選択した科目以外の解答用紙に解答を記入した場合、及び解答用紙に解答以外のことを書いた場合、その答案は無効とする。
6. 問題冊子は1冊、別紙解答用紙は各科目それぞれ1枚である。
7. 受験票は机に出しておくこと。

化学(前期)

(その1)

原子量は C: 12.0, H: 1.0, O: 16.0, S: 32.0, Cu: 63.5, Zn: 65.4, Pb: 207 とし、ファラデー定数は $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ とする。

I 図は H(水素)から K(カリウム;以下、元素は元素記号で示す)までの元素について、横軸に **ア**、縦軸に **イ** を取ったものである。**イ** は原子の最外電子殻から 1 個の電子を取り去るのに必要なエネルギーである。同じ周期の原子では、**ア** が大きくなるほど **ウ** の正の電荷が増し、電子と **ウ** の間のクーロン力が強くなるので、**イ** が増加する傾向がある。ただし、第 2 周期において Be と B の間、および **エ** と **オ** の間、また第 3 周期において **カ** と **キ** の間、および P と S の間では **ア** が大きいほうが **イ** が小さい。これについては、軌道を考えることで説明ができる。K 殻には 1 つの s 軌道、L 殻には 1 つの s 軌道と 3 つの p 軌道、さらに M 殻には 1 つの s 軌道、3 つの p 軌道、および 5 つの d 軌道が存在する。1 つの軌道には 2 つまで電子が入ることができる。同じ殻においては、s 軌道、p 軌道、d 軌道となるにしたがってエネルギーが増大するため、第 2 周期の元素ではまず **ク** 軌道に電子が入り、**ア** が大きくなるにつれて B で初めて **ケ** 軌道に電子が入る。その結果、B は Be に比べて **イ** が小さくなる。また、B から **エ** までは電子は互いの反発を避けるために別々の **ケ** 軌道に入っていくが、**オ** では 1 つの軌道に **a** ため、電子の反発が生じて不安定になり、その結果 **オ** は **エ** に比べて **イ** が小さくなる。第 3 周期の元素の **イ** についても同様に説明される。外側の電子殻になると、電子が **ウ** より遠ざかるために **イ** は減少する。図で同じ数の **コ** を持つ原子どうしでは **ア** が大きくなるほど **イ** が減少するのはそのためである。

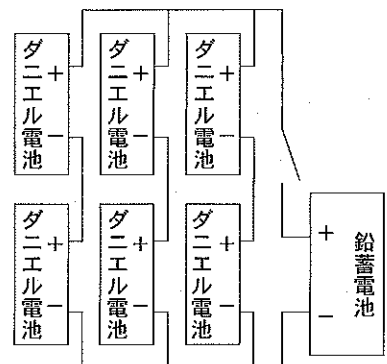


- 問 1 **ア** ~ **コ** に適当な語句を入れよ。元素は元素記号で示せ。
 問 2 a に入る文を以下の中から適切な単語を組み合わせて作成し 10 字以内で答えよ。なお、数字は 1 文字として数える。
 1 個 2 個 3 個 4 個 入る 外れる 電子 陽子 中性子

I

問 1 金属 A~H はそれぞれ、亜鉛、金、銀、スズ、銅、白金、マグネシウム、リチウムのいずれかである。下記の文章を読み、A~H をイオン化傾向の大きい順に並べて記せ。また、金属 A, C, D, E, G, H については、該当する元素記号を答えよ。

- (1) A と H はほとんどの酸に溶けないが、濃硝酸と濃塩酸の混合物には溶ける。
- (2) E は塩酸や希硫酸には溶けないが、酸化力のある酸には溶ける。
- (3) 希硫酸に C を浸しても気体は発生しないが、希硫酸中で C に F を接触させると、C の表面から気体が発生する。
- (4) C と E を電解質水溶液に浸して導線でつなぐと、導線を通して E から C に電流が流れる。
- (5) A と C は着色しており、残る 6 種類の金属は銀白色あるいは灰白色である。
- (6) B は冷水と激しく反応して水素を発生するが、D は冷水とほとんど反応せず、熱水とは徐々に反応して水素を発生する。
- (7) F は熱水とは反応しないが、高温水蒸気と反応して水素を発生する。
- (8) 鉄板の表面に F を被覆したものと G を被覆したものを比べると、一旦キズがつけば後者の鉄板の方が錆びやすくなる。
- (9) C の塩の水溶液に G の単体を入れると、その表面に C が析出する。
- (10) E の塩の水溶液に C, F それぞれを浸すと、いずれの場合も表面に E が析出するが、H を浸しても E は析出しない。



問 2 図のように接続したダニエル電池(起電力 1.1 V)を用い、スイッチを入れて鉛蓄電池(起電力 2 V)を充電したところ、鉛蓄電池の正極および負極の質量の和が 72 mg 減少した。このとき次の問いに答えよ。なお、有効数字 3 桁で答えよ。

- (1) 鉛蓄電池に流れ込んだ電気量は何 C か。
- (2) 充電の前後での 6 個のダニエル電池の正極および負極の質量変化の総和は何 mg か。増減がわかるように + または - の符号をつけて答えよ。

Ⅲ 消毒薬として用いられるオキシドールに関する以下の文章を読み、問いに答えよ。

オキシドールに含まれる過酸化水素の濃度を決定するために以下の実験を行った。オキシドール 10 mL をホールピペットを用いて 100 mL のメスフラスコに量り取り、標線まで純水を加えよく振り混ぜた。その 10 mL をホールピペットを用いてコニカルビーカーに量り取り、3 mol/L の硫酸 5 mL と純水を加え 50 mL とし温めた。これに 0.040 mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液をビュレットで滴下した。表は、3 回行った滴定の滴定を始める前と終点のビュレットの読み取り値(単位は mL)である。

	1 回目	2 回目	3 回目
滴定前	9.2	17.2	25.4
終点	17.2	25.4	33.2

問 1 この実験に適切な指示薬を次から選び記号を書け。

- A. フェノールフタレイン B. メチルオレンジ C. ヨウ化カリウム
D. プロモチモールブルー E. 指示薬は不要

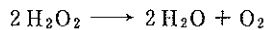
問 2 酸化剤としての過酸化水素と、還元剤としての過酸化水素のイオン反応式を書け。

問 3 上記実験での、過マンガン酸イオンの反応をイオン反応式で書け。

問 4 過酸化水素と過マンガン酸カリウムの反応で、酸化数が一番大きく変化した原子は何か。また、反応の前後の酸化数を算用数字を用いて答えよ。

問 5 オキシドールに含まれる過酸化水素の濃度を、質量パーセント濃度で答えよ。ただし、オキシドールの密度は 1.00 g/cm³ であり、オキシドール中の過酸化水素以外の物質と過マンガン酸カリウムは反応しないものとし、有効数字 2 桁で答えよ。

問 6 傷口にオキシドールを塗ると細かい白い泡が発生するが、このとき次の反応が起こっている。この反応で 2 分子の過酸化水素はそれぞれ別の働きをしている。どのような働きをしているか簡潔に述べよ。



Ⅳ 動植物を構成する分子の中には多糖、タンパク質、核酸のような高分子化合物があり、これらは小さくくり返し単位が多数結合した構造をとっている。このようくり返し単位のもととなる低分子の化合物のことを A という。多糖のひとつである B にはこのくり返し単位が直鎖状につながり水に溶けやすいアミロースと、分枝の多い構造をとり水に溶けにくい C の 2 種類の成分がある。一般にアミロースは C に比べて分子量が小さい。この B の A は D であり、D どうしをつないでいる結合を E 結合という。タンパク質の A はアミノ酸であり、このアミノ酸どうしを結合させているアミド結合を特に F 結合という。結合するアミノ酸の配列の違いによって、性質が異なるタンパク質が生じる。たとえば塩基性アミノ酸を多く含むプロタミンというタンパク質の等電点は pH 10~12 であるのに対して、血清アルブミンというタンパク質の等電点は pH 5 である。核酸のくり返し単位は G と呼ばれ、これはアデニン、グアニン、シトシン、チミン、ウラシルといった互いに水素結合を作る部分、リボースまたはデオキシリボース、および H から構成されている。中性の水溶液中では、核酸分子内の H の部分は電離している。

問 1 A ~ H に適する語句を入れよ。

問 2 B の検出反応名を 1 つ、およびタンパク質の検出反応名を 2 つ挙げよ。

問 3 アミロース、血清アルブミン、プロタミン、核酸は、水中で分子コロイドの状態が存在する。これらをそれぞれ pH 8 の緩衝液に分散させた後電気泳動を行うと、どのように移動するか。解答欄の移動する方向に○をつけよ。

問 4 カルボキシ基をもつ陽イオン交換樹脂を pH 8 の緩衝液で十分に洗浄した後、pH 8 の緩衝液に分散させたアミロース、血清アルブミン、プロタミン、核酸のそれぞれと混ぜ合わせた。この陽イオン交換樹脂に吸着する分子を○で囲め。ただし pH 8 の緩衝液は十分に低い濃度であるとする。

問 5 アミロース 1.00 g と麦芽糖 10.00 g を純水に溶かして、体積を正確に 10 mL とした。これを溶液 A とする。溶液 A の 10 mL を半透膜でできた透析袋に入れて、純水 190 mL を透析外液として十分に透析を行ったところ、透析袋内液 1 mL あたり、アミロースが 0.100 g、麦芽糖が 0.0500 g 存在した。次に溶液 A の 10 mL を上と同様の透析袋に入れて、純水 90 mL を透析外液として透析の操作を連続的に 2 回行った。この時の透析袋内液に含まれるアミロースと麦芽糖は、透析袋内液 1 mL あたりのおのおの何 g か。透析外液と内液の体積は正確な値であるとする。有効数字 3 桁で答えよ。なお、溶液の体積に占める溶質の体積は無視できるものとする。