

デザイン工学部A方式I日程・理工学部A方式I日程
 生命科学部A方式I日程

3 限 理 科 (75分)

科 目	ページ
物 理	2～9
化 学	10～17
生 物	18～30

〈注意事項〉

1. 試験開始の合図があるまで、問題冊子を開かないこと。
2. 解答はすべて解答用紙に記入しなさい。
3. 志望学部・学科によって選択できる科目が決まっているので注意すること。

志望学部(学科)	受験科目
デザイン工学部(都市環境デザイン工・システムデザイン)	物理または化学
理工学部(機械工[機械工学専修]・応用情報工)	
生命科学部(生命機能)	物理, 化学または生物

4. 科目の選択は、受験しようとする科目の解答用紙を選択した時点で決定となる。
一度選択した科目の変更は一切認めない。
5. 問題冊子のページを切り離さないこと。

(化 学)

- 注意 1. 解答は、すべて解答用紙の指定された解答欄に記入せよ。
2. 計算問題では、必要な式や計算、説明も解答欄に記入せよ。
3. 記述問題では、化学式を記す場合は、マス目を自由に使ってよい。
4. 必要であれば、簡単のために原子量は下記の値を用いよ。

元素	H	C	N	O
原子量	1.00	12.0	14.0	16.0

元素	K	Mn	I	Au
原子量	39.1	54.9	127	197

5. 必要であれば、下記の値を用いよ。

アボガドロ定数 $N_A = 6.00 \times 10^{23}/\text{mol}$

ファラデー定数 $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

〔I〕 つぎの文章を読んで、以下の設問に答えよ。

原子は原子核と電子からできている。原子中の電子は、原子核を取り巻く電子殻と呼ばれるいくつかの層に分かれて存在している。電子殻は原子核に近い内側から順に (ア) 殻, (イ) 殻, (ウ) 殻などとよばれる。これらの電子殻に入ることができる電子の最大数は決まっており、最大数の電子が収容された電子殻を (エ) という。電子は原子核に近いものほど原子核に強くひきつけられ安定した状態になるので、一般に外側の電子殻ほど高いエネルギーを持っており、最も外側の電子殻(最外殻)に存在する電子を最外殻電子という。ヘリウムやネオンといった元素では、最外殻が (エ) となっており安定な電子配置となっている。一方、希ガス以外では、原子における最外殻電子は、原子どうしが結合するときなどに重要な働きを示す (オ) と呼ばれ、(オ) は電子対と不対電子にわけられる。

- 原子核はさらに正の を持つ と を持たない中性子により構成されている。電子と が持つ の絶対値は等しく、中性子と が持つ質量はほぼ等しい。また、原子核に含まれる
- (a) の数を原子番号、 と中性子の数の和を と呼び、同じ元素の原子で中性子の数が異なる原子どうしを互いに同位体であるという。
- (b) ウランの同位体の1つである $^{235}_{92}\text{U}$ は中性子を吸収すると核分裂を起こす。
- (c) 原子力発電では、主にウランの核分裂反応で発生した熱を利用して発電しているが、放射性廃棄物の処理や事故への対策などが課題となっている。一方、排出物がクリーンな電気エネルギー源として注目されているリン酸型燃料電池では、負極では、水素が水素イオン H^+ と電子にわかれる反応が起こり、正極では、酸素が電子と H^+ によって還元され水が生成する反応が起こることを利用して、電気エネルギーを直接取り出している。
- (d)

1. 空欄(ア)~(ウ)に入る適切なアルファベットを記せ。また、それぞれの電子殻に収容できる電子の最大数を記せ。
2. 空欄(エ)~(ク)に入る適切な語句を記せ。
3. 原子の質量が にほぼ比例する下線部(a)以外の理由を25字以内で記せ。
4. 下線部(b)に関して、銅には相対質量がそれぞれ62.93および64.93である2種類の安定な同位体が存在する。2.858 gの Cu_2O を水素によって完全に還元したところ、2.538 gの銅が得られた。この反応の化学反応式を記せ。また、この銅に含まれる2種類の安定な同位体のうち、存在比が大きい方の物質量は、存在比が小さい方の物質量の何倍か。有効数字2桁で求めよ。ただし、放射性同位体の存在比は無視できるものとし、酸素の相対質量16.0以外の同位体の存在は考えないものとする。
5. 下線部(c)に関して、1つのウラン $^{235}_{92}\text{U}$ に含まれる中性子は何個か。また、質量が最も小さい水素の同位体に含まれる中性子の数は何個か。

化学

6. 下線部(d)に関して、正極、負極で起こる反応を電子 e^- を含むイオン反応式でそれぞれ記せ。
7. 設問 6 において、負極に標準状態で 448 L の水素を供給したときに得られる電気量は何 C か。有効数字 2 桁で求めよ。ただし、下線部(d)の反応は完全に進行し、水素は理想気体であるとする。

〔Ⅱ〕 つぎの【A】～【D】の文章群は、それぞれ、金、銀、銅のいずれかに関する記述を含んでいる。これらの記述を読んで、以下の設問に答えよ。

【A】

- (ア) 多くは鉄と硫黄との化合物などとして産出し、最終的には電解精錬により高純度の単体^(a)が得られる。
- (イ) 単体として産出する。
- (ウ) 単体のほかに、硫化物などの化合物として産出する。

【B】

- (エ) この金属の硝酸塩を水に溶かすと一価のイオンを含む水溶液となる。この水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えると、褐色沈殿が生じる。^(b)
- (オ) この金属の硫酸塩の水和物を水に溶かすと、二価のイオンを含む水溶液となる。この水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えると、青白色の沈殿が生じる。^(c)
- (カ) この金属は、硝酸や熱濃硫酸に溶けないが、濃硝酸と濃塩酸の体積比1:3の混合物に溶ける。

【C】

- (キ) 電気伝導性と熱伝導性が高く、展性や延性が金属の中で最も高いことから、電子機器材料や装飾品として用いられる。
- (ク) 電気伝導性と熱伝導性がすべての金属の中で最も高く、展性や延性が金属の中で2番目に高いことから、電気回路や装飾品に用いられる。
- (ケ) 電気伝導性と熱伝導性が高く、やわらかく加工しやすいことから、導線や調理器具などに広く用いられる。また、この金属の合金は5円、10円、50円などの硬貨^(d)としても用いられる。

【D】

- (コ) この金属の単体を湿った空气中で硫化水素に触れさせると、黒色の物質^(e)を生成する。
- (カ) この金属の単体を空气中で加熱すると、黒色の物質となり、さらに高温に加熱すると赤色の物質^(f)となる。
- (シ) この金属の単体を空气中で加熱すると、酸化されることなく1064℃で融解する。

化学

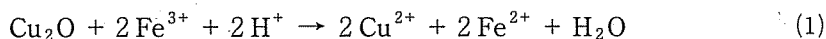
1. 【A】【B】【C】【D】の文章群から金に関する記述を1つずつ選び、(ア)～(シ)の記号で記せ。
2. 【A】【B】【C】【D】の文章群から銀に関する記述を1つずつ選び、(ア)～(シ)の記号で記せ。
3. 【A】【B】【C】【D】の文章群から銅に関する記述を1つずつ選び、(ア)～(シ)の記号で記せ。
4. 下線部(a)の化合物を化学式で記せ。
5. 下線部(b)および下線部(c)に関して、沈殿が生じる反応のイオン反応式を記せ。
6. 下線部(d)に関して、この金属と亜鉛との合金は5円硬貨に用いられ、この金属とスズとの合金は10円硬貨に用いられる。これらの合金の名称をそれぞれ記せ。
7. 下線部(e)～(g)の物質を化学式で記せ。
8. 金の結晶格子は面心立方格子に分類される。単位格子中の原子の数を求めよ。
9. 金の面心立方格子において、単位格子の一辺の長さは 4.08×10^{-8} cm である。金の密度は何 g/cm^3 か。有効数字2桁で求めよ。

〔Ⅲ〕 飲料水に含まれる成分の中には、酸化還元滴定により定量できるものがある。

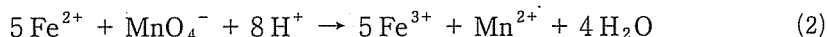
2つの定量方法に関するつぎの文章を読んで、以下の設問に答えよ。

(A) ビタミンC $C_6H_8O_6$ は、還元性を持つことから食品の酸化防止剤として広く用いられている。飲料水に含まれるビタミンCの定量は、ヨウ素の酸化作用^(a)を利用した酸化還元滴定により行うことができる。ヨウ素は水に溶けにくい黒紫色の固体であるが、 水溶液に加えると三ヨウ化物イオンが生じて水に溶解し、褐色のヨウ素液(ヨウ素 水溶液)として用いることができる。ビタミンCを含む飲料水にメタリン酸を加えた後に、ヨウ素液を滴下すると、滴下したヨウ素液は褐色から無色に変化する。つまり、滴下したヨウ素液が無色に変化しなくなったときが滴定の終点となる。この色の確認が難しい場合、指示薬として、デンプンを構成する やアミロペクチンを飲料水に加える。未反応のヨウ素液が存在する場合、ヨウ素デンプン反応によって では濃青色、アミロペクチンでは赤紫色を呈する。この色の変化は鋭敏であるため、滴定の終点が判別しやすくなる。

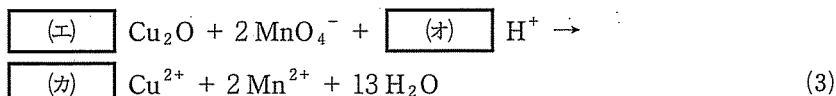
(B) 果糖 $C_6H_{12}O_6$ として知られている は、還元作用を示す糖類^(c)である。果糖を含む飲料水をフェーリング液に加えて加熱すると、果糖の還元作用によって酸化銅(I)が沈殿する。この酸化銅(I)を、硫酸酸性にした硫酸鉄(Ⅲ)水溶液に溶解させると、式(1)の反応が起こる。



この水溶液に過マンガン酸カリウム水溶液を滴下していくと、式(2)の反応が進む。



式(1)と式(2)を1つの反応式にまとめると、式(3)となる。



つまり、あらかじめ濃度がわかっている過マンガン酸カリウム水溶液を用いて酸化還元滴定を行うことで、フェーリング液中で生成した酸化銅(I)の物質量がわかる。さらに、フェーリング液中で反応する果糖と生成する酸化銅(I)の物質量の比がわかれば、飲料水に含まれる果糖を定量できる。

(d)

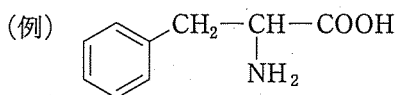
化学

1. 空欄(ア)～(ウ)に入る適切な化合物の名称を記せ。
2. 下線部(a)に関して、ヨウ素より酸化作用の強い物質をつぎの①～⑦の中からすべて選び、番号で記せ。
① H_2 ② F_2 ③ Na ④ Mg
⑤ Cl_2 ⑥ Ar ⑦ Br_2
3. 下線部(b)に関して、ヨウ素はビタミンCと反応して、デヒドロアスコルビン酸 $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_6$ とヨウ化水素を生成する。この反応における酸化剤および還元剤のはたらきを、電子 e^- を含むイオン反応式でそれぞれ記せ。
4. 下線部(c)に関して、水溶液中で還元作用を示さない糖類をつぎの①～⑤の中から1つ選び、番号で記せ。
① グルコース ② スクロース ③ ガラクトース
④ ラクトース ⑤ マルトース
5. 空欄(エ)～(カ)に入る適切な数字を記せ。
6. 下線部(d)に関して、飲料水 2.00 mL を用いて果糖の定量を行ったところ、滴定の終点までに要した 0.100 mol/L 過マンガン酸カリウム水溶液の量は 4.40 mL だった。フェーリング液中で反応する果糖と生成する酸化銅(I)の物質量の比が 2 : 5 であるとき、この飲料水 500 mL に含まれる果糖の質量は何 g か。有効数字 2 桁で求めよ。ただし、フェーリング液および硫酸鉄(III)水溶液は過不足なく反応するものとする。

〔IV〕 つぎの文章を読んで、以下の設問に答えよ。

化合物Aは、二クロム酸カリウムの硫酸酸性水溶液を用いて化合物Bを酸化すると得られる。工業的には、化合物Aは、塩化パラジウムと塩化銅(Ⅱ)を触媒に用いて、化合物Cを酸化することにより製造される。化合物Aは、酸化されると酢酸になる。酢酸を適切な脱水剤と加熱すると、医薬品などの原料となる化合物Dが得られる。また、酢酸を水酸化カルシウムで中和し、生じた化合物Eを熱分解すると、化合物Fが得られる。工業的には、化合物Fは、(あ)法によってフェノールとともにつくられる。一方、酢酸と化合物Bの混合物に触媒として少量の濃硫酸を加えて加熱すると、化合物Gと化合物Hが生成する。化合物Gに水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると、化合物Bと化合物Iを生じる。

1. 空欄(あ)に入る適切な語句を記せ。
2. 酢酸の性質として正しいものをつぎの①～⑤の中からすべて選び、番号で記せ。
 - ① 刺激臭を持つ無色の液体で、脂肪酸の中で最も強い酸性を示す。
 - ② 純度の高いものは気温が低いと凝固し、氷酢酸とも呼ばれる。
 - ③ アンモニア性硝酸銀水溶液に加えておだやかに加熱すると、銀が析出する。
 - ④ 水酸化ナトリウム水溶液を加えると、水素を発生する。
 - ⑤ 炭酸水素ナトリウムを加えると、二酸化炭素を発生する。
3. 塩基性の水溶液中でヨウ素と反応して、特有の臭気をもつ黄色沈殿を生じる化合物を化合物A～Fの中からすべて選び、記号で記せ。
4. 化合物E, F, Iの名称を記せ。
5. 下線部(a)の反応を化学反応式で記せ。
6. サリチル酸に化合物Dと濃硫酸を作用させると白色固体である化合物Jを生じる。化合物Jを、例にならって簡略化した構造式で記せ。



7. 化合物C 2.80 gを完全燃焼させたときに生じる二酸化炭素の体積は、標準状態において何Lか。有効数字2桁で求めよ。