

平成 21 年度入学者選抜学力検査問題

理 科

物 理 1 ページ～ 17 ページ

化 学 18 ページ～ 30 ページ

生 物 31 ページ～ 53 ページ

地 学 54 ページ～ 62 ページ

注 意 事 項

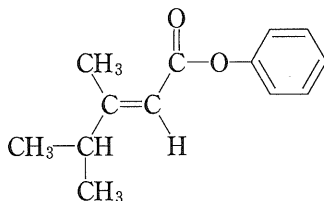
1. この冊子は、監督者から解答を始めるよう合図があるまで開いてはいけません。
2. 監督者から指示があったら、解答用紙の上部の所定欄には受験番号、座席番号を、また、下部の所定欄には座席番号をそれぞれ必ず記入しなさい。その他の欄には記入してはいけません。
3. 選択科目として届け出た科目について解答しなさい。それ以外の科目について解答すると失格となります。
4. 解答すべき問題の番号は、各学部・学科ごとに異なるので、各科目の最初にかいてある注意事項の表で確認しなさい。
5. この冊子の余白の部分进行計算、下書きに使用してもかまいません。
6. 解答用紙は、記入の有無にかかわらず、持ち帰ってはいけません。
7. この冊子は持ち帰ってかまいません。
8. 落丁、乱丁、または印刷の不備なものがあつたら申し出なさい。

化 学

注意 1. 志望学部・学科別により、以下に示す番号の問題を解答すること。

志望する学部・学科	解答する問題番号			
教育学部 志望者のうち化学を選択する者	1	3	5	6
理学部 化学科を志望する者	1	2	3	4
	5	6	7	
理学部 地球科学科志望者のうち化学を選択する者	1	3	5	6
医学部 志望者のうち化学を選択する者	1	2	5	6
薬学部	1	3	5	6
工学部 志望者のうち化学を選択する者	1	2	3	4
	5	6		
園芸学部 志望者のうち化学を選択する者	4	5	6	7
先進科学プログラム (方式Ⅱ) 物理化学分野志望者のうち化学を選択する者	1	2	3	4
	5	6	7	
先進科学プログラム (方式Ⅱ) ナノサイエンス分野志望者のうち化学を選択する者	1	2	3	4
	5	6		

2. 解答はすべて所定の解答用紙に記入すること。
3. 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, O = 16.0, Ca = 40.0, Cr = 52.0,
 Cu = 63.5, Ag = 107.9
 気体定数： $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{l}/(\text{K}\cdot\text{mol})$
 アボガドロ定数： $6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$
4. 構造式は下の例にならって解答しなさい。



1 次の文章を読み、下の問い(問1～5)に答えなさい。ただし、ファラデー定数を $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ とする。

右図の U 字管 I には塩化銅(II)水溶液、U 字管 II には希硫酸が入れてある。いまこの装置を用いて、ある一定の電流を通じ、30 分間電気分解を行ったところ、炭素電極 A に 0.953 g の銅が析出した。

問 1 炭素電極 B および白金電極 C の表面で発生する気体を分子式でかきなさい。また白金電極 D の表面で起こる化学反応式をかきなさい。

問 2 白金電極 C および白金電極 D の表面で発生する気体の体積は、標準状態で何 l か。ただし、各気体は理想的にふるまうものとし、また各気体は水に溶けないものとする。計算の過程も示し、有効数字 2 けたで答えなさい。

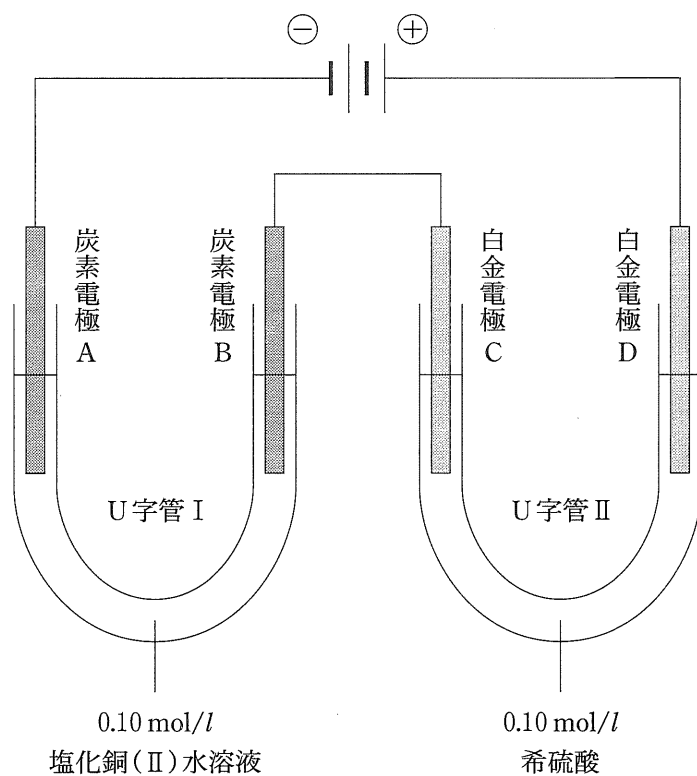
問 3 この電気分解実験で流れた一定電流の強さは何アンペアか。計算の過程も示し、有効数字 2 けたで答えなさい。

問 4 この電気分解を行っているとき、炭素電極 B 付近に、純粋な水でぬらしたヨウ化カリウムデンプン紙を近づけたところ色が変化した。変化した後のヨウ化カリウムデンプン紙の色と、色変化の理由を答えなさい。

問 5 純粋な水でぬらしたヨウ化カリウムデンプン紙を近づけたときに、ヨウ化カリウムデンプン紙に問 4 のときと同様な色変化を起こす物質を下記の物質群からすべて選び、記号で答えなさい。

[物質群]

- | | | |
|-----------|-----------|-----------|
| (a) 二酸化炭素 | (b) アンモニア | (c) メタン |
| (d) 水素 | (e) 臭素 | (f) 二酸化硫黄 |
| (g) オゾン | (h) 塩化水素 | (i) ヘリウム |
| (j) 硫化水素 | (k) アルゴン | (l) プロパン |



図

2 次の文章を読み、下の問い(問1～5)に答えなさい。

沸騰した水に塩化鉄(Ⅲ)水溶液を少量加えたところ、水酸化鉄(Ⅲ)のコロイド溶液が得られた。この溶液を室温になるまで冷却し、強い光線をあてたところ、光の通路が明るく光ってみえた。これを 現象という。さらに、コロイド溶液の光って見える部分を顕微鏡で観察すると、不規則に動いているものがみえた。この現象を という。水酸化鉄(Ⅲ)のコロイド溶液に電極を浸けて直流電圧をかけると、コロイドが陰極へ移動した。これを という。

水酸化鉄(Ⅲ)のコロイド溶液に電解質を少量加えると沈殿を生じる。この現象を という。ゼラチンのコロイド溶液の場合、電解質を多量に加えると沈殿する。この現象を という。これらコロイド溶液をセロハン膜の袋に入れ水中に浸しておくときコロイド粒子は袋の中に残り、小さな分子やイオンは袋の外の水中に出ていく。このような操作を という。

問1 (ア)～(カ)のうち、コロイドでないものすべてを記号で答えなさい。

- | | | |
|---------|--------|-----------|
| (ア) 牛乳 | (イ) 墨汁 | (ウ) 砂糖水 |
| (エ) 食塩水 | (オ) 排煙 | (カ) マヨネーズ |

問2 ～ に適切な語句をかきなさい。

問3 下線部①のような現象が観察される理由を30字程度で答えなさい。

問4 下線部②のように水酸化鉄(Ⅲ)コロイド溶液が陰極へ移動する理由を30字程度で答えなさい。

問5 下線部③と下線部④の現象の違いはコロイド溶液の性質の違いが原因である。以下の語句を用いて、その理由を50字程度で答えなさい。

親水コロイド、疎水コロイド、コロイド粒子

3 次の文章を読み、下の問い(問1～6)に答えなさい。

0℃、120 kPa で酸素 6.0 l と一酸化炭素 4.0 l を混ぜた。すべての混合気体をピストンつき密閉容器に移して、同じ温度で圧力を 100 kPa にした。ここで、気体は理想的にふるまうものとする。計算問題では計算過程を示し、数値は有効数字 2 けたで答えなさい。

問 1 圧力変化後、密閉容器中の混合気体の体積は何 l になるか。

問 2 混合気体の平均分子量はいくらか。

問 3 密閉容器内の混合気体を 100℃ まで加熱して 10 l とした。

- (1) 容器内部の圧力は何 kPa になるか。
- (2) このとき、酸素と一酸化炭素の分圧はそれぞれ何 kPa になるか。

問 4 密閉容器内で混合気体に点火すると、ある化学反応が完全に進行した。

- (1) この変化をあらわす化学反応式をかきなさい。
- (2) 変化後に混合気体の体積は 0℃、120 kPa で何 l になるか。

問 5 問 4 の点火反応後にすべての混合気体を蒸留水に溶かすと、その水溶液は(酸性、中性、塩基性)のいずれを示すか。解答欄の正解を丸で囲み、その理由を 20～40 字で答えなさい。

問 6 問 4 の点火反応後に気体全部を過剰の水酸化カルシウム水溶液に通すと白色沈殿が生じた。

- (1) この変化をあらわす化学反応式をかきなさい。
- (2) 生成した白色沈殿の乾燥重量は何 g か。

4 次の文章を読み、下の問い(問1～7)に答えなさい。

過マンガン酸イオン，硝酸イオン，チオシアン酸イオン，ヨウ化物イオン，クロム酸イオン，炭酸イオン，硫化物イオン，硫酸イオンのいずれかを含む8種類の水溶液(A～H)がある。次の試薬などを加えて，反応を観察したところ，下の実験1～8のような結果を示した。

試 薬

- (1) Ba^{2+} を含む水溶液 (2) Pb^{2+} を含む水溶液
(3) Ag^+ を含む水溶液 (4) Fe^{2+} を含む水溶液

実験 1 Aに(1)あるいは(2)を加えたところ，ともに白色の沈殿を生じた。また，(3)あるいは(4)を加えても，変化はなかった。

実験 2 Bに(1)，(2)あるいは塩化カルシウム水溶液を加えたところ，すべての場合において白色の沈殿を生じた。塩化カルシウムとの混合溶液に二酸化炭素を吹き込んだところ，沈殿は溶解した。^①

実験 3 Cに(3)を加えたところ，黄色の沈殿を生じた。また，この沈殿は光により分解し黒くなった。

実験 4 Dに(1)，(2)あるいは(3)を加えたところ，それぞれ黄色，黄色，赤褐色の沈殿を生じた。

実験 5 純水に硫化水素を通じ飽和することにより，Eを調製した。Eに硫酸銅(Ⅱ)水溶液，(2)あるいは(3)を加えたところ，すべて黒色の沈殿を生じた。^②

実験 6 (4)を硫酸酸性水溶液とし，Fを滴下したところ，Fの赤紫色は消失した。

実験 7 鉄(Ⅲ)イオンを含む水溶液にGを加えたところ，血赤色の水溶液となった。また，(4)にGを加え，しばらく放置したところ，淡い赤色の水溶液となった。^③

実験 8 (1)～(3)のいずれを加えても，Hに変化はなかった。

- 問 1 A~Hに含まれる適切な陰イオンを、イオン式でかきなさい。
- 問 2 試薬(1)を、次の化合物を用いて調製した場合、水溶液が最も白濁しやすいものはどれか。化合物一つを選び、生じる変化を化学反応式でかきなさい。
化合物： 塩化バリウム 硝酸バリウム 酸化バリウム
- 問 3 下線部①の実験で、0.013 mol の沈殿をすべて溶かすためには、少なくとも標準状態で何 l の二酸化炭素が必要か。化学反応式を示し、有効数字 2 けたで答えなさい。
- 問 4 D に 0.20 mol/l の試薬(3)を少しずつ加えたところ、10 ml で完全に沈殿し終わった。生じた沈殿は何 g か。有効数字 2 けたで答えなさい。計算過程も示しなさい。
- 問 5 下線部②の添加で生じた変化を、化学反応式でかきなさい。また、その電離平衡に対する溶解度積の式をかきなさい。
- 問 6 下線部③の理由を 60 字以内で答えなさい。ただし、試薬(4)は硫酸鉄(II)七水和物を用いて調製したものとする。
- 問 7 実験 1, 2, 4 および 5 で生じる沈殿では、金属原子と酸素原子間または硫黄原子間の結合が形成される。これらの極性について、110 字以内で説明しなさい。ただし、金属原子と酸素原子または硫黄原子は、直接結合するものとして答えなさい。

5 次の文章を読み、下の問い(問1～7)に答えなさい。

油脂とはグリセリンと高級脂肪酸が脱水縮合した化合物の総称である。脂肪酸として^①パルミチン酸やステアリン酸といった飽和脂肪酸を多く含むものは、常温で固体であり **ア** とよばれる。一方、オレイン酸やリノレン酸などの不飽和脂肪酸が主成分となっているものは常温で液体であり **イ** とよばれる。このような化学構造をもつ油脂に水酸化ナトリウム水溶液を加えて熱すると、高級脂肪酸のナトリウム塩である **ウ** を与える。

いま炭素原子間に二重結合をもつ油脂 X の 4.29 g をけん化するのに、2.00 mol/l の水酸化ナトリウム水溶液を 7.50 ml 必要とした。その後、反応液を酸性^②としジエチルエーテルで抽出したところ、3種類の脂肪酸 A、B、C が得られた。これらの脂肪酸に対して硫酸で酸性とした過マンガン酸カリウム水溶液をそれぞれ加えたところ、脂肪酸 C を含む溶液のみ色が消失した。

また油脂 X の 4.29 g に触媒をもちいて完全に水素付加したところ、標準状態で 224 ml の水素を吸収し、油脂 Y へと変化した。この油脂 Y をけん化したところ 2種類の脂肪酸 D、E が 1 : 2 の物質量の比で得られた。得られた脂肪酸 D のうち 12.8 mg を完全燃焼させたところ、二酸化炭素 35.2 mg、水 14.4 mg が生じた。なお文中で表記されている脂肪酸 A～E の化学構造はすべて異なるとは限らない。

問 1 **ア** ～ **ウ** に適切な語句をかきなさい。

問 2 下線部①の構造式をかきなさい。

問 3 下線部②において反応液を酸性とする理由を答えなさい。

問 4 油脂 X の分子量はいくつになるか。計算過程も示し、有効数字 3 けたで求めなさい。

問 5 1 分子の油脂 X に含まれる炭素原子間の二重結合の数を求めなさい。計算過程も示しなさい。ただし水素は理想気体として扱うものとする。

問 6 脂肪酸 D の示性式をかきなさい。

問 7 脂肪酸 A, B, C の示性式をかきなさい。なお、脂肪酸 A は脂肪酸 B より分子量が小さいものとする。

6 次の文章を読み、下の問い(問1～6)に答えなさい。

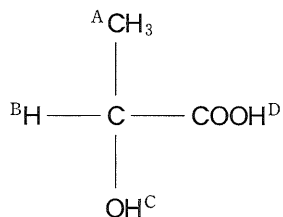


図 乳酸

乳酸の中心にある炭素原子は、結合している4個の原子または原子団がすべて異なっている。このような炭素原子を 原子という。 が存在すると、それに結合した4個の原子または原子団の空間的配置が異なる2つの異性体が存在する。これらの異性体を 異性体とよぶ。

上図で示した乳酸のA～Dの原子または原子団のうち、 を に置き換えた物質は、乳酸と同じように 原子が存在し、タンパク質の構成成分^①となる。

ポリ乳酸とは、乳酸のA～Dの原子または原子団のうち、 と とが 結合し、重合したものである。 異性体ごとに重合させ、それらを組み合わせることにより、耐熱性のプラスチックを作ることができる。このプラスチックは生分解性プラスチックとよばれ、微生物により最終的に水と二酸化炭素に分解される。^②

問1 文中の ～ に適切な語句をかきなさい。

問2 文中の ～ に、適切な原子または原子団を乳酸の構造式に示した記号A～Dで答えなさい。同じ記号を何度使ってもよい。

問3 下線部^①の化合物名をかきなさい。

問 4 塩基性条件下で、下線部①の物質の水溶液に二本の電極を入れ、直流電源につなぐと、この物質は陽極あるいは陰極のどちらに移動するか。解答欄の適切な方を丸で囲みなさい。

問 5 分子量が 1.5×10^4 のポリ乳酸の重合度として、以下のうち最も近いものはどれか。記号で答えなさい。この場合、重合度とは重合した乳酸の分子数をいう。

- (a) 100 (b) 150 (c) 200
(d) 250 (e) 300 (f) 350

問 6 重合度が 10 のポリ乳酸 7.5 g が、下線部②の反応により完全に分解されたときに生成する二酸化炭素の体積は、標準状態で何 l か。有効数字 2 けたで求めなさい。計算過程も示しなさい。

7

次の文章 I と II を読み、下の問い(問 1～5)に答えなさい。

- I 下図に示した化合物 A はデンプンから得られる二糖の一つである。破線で囲ってある部分的な構造を、それぞれ(a), (b), (c)とする。

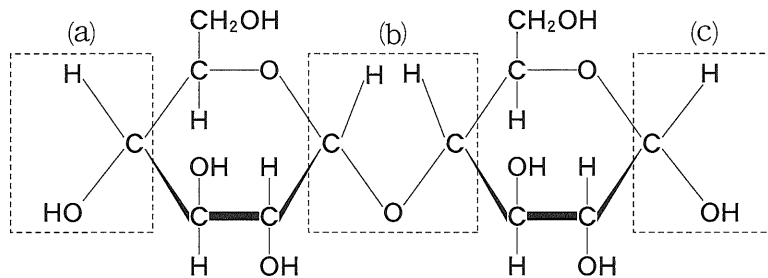


図 化合物 A

- II 植物では光合成を経て作られたデンプンが種子や根、根茎などに貯蔵される。一方、動物では α -グルコースが縮重合した分子式 $(C_6H_{10}O_5)_n$ で表される化合物 B が肝臓などに貯蔵される。化合物 B は動物デンプンともいわれ、分子構造や分子量がアミロペクチンと似ており、必要に応じて体内でそれぞれすみやかに加水分解されてエネルギー源として利用される。

問 1 化合物 A にあてはまる物質名を答えなさい。

問 2 化合物 A は還元性を示す。この性質に最も関係する部分構造を(a), (b), (c)の中から選び、記号で答えなさい。

問 3 部分構造(c)に含まれるヒドロキシル(ヒドロキシ)基は、部分構造(a)に含まれるヒドロキシル基とは、化学的に異なった性質を示す。その理由を 75 字以内で答えなさい。ただし、(a), (c)、ヒドロキシル基の「ド」などはそれぞれ 1 文字に数える。

問 4 化合物 B にあてはまる物質名を答えなさい。

問 5 化合物 B を加水分解する酵素に β -アミラーゼがある。この酵素は加水分解部位に特徴がある。つまり、還元性を示さない末端の糖から二糖ずつ逐次加水分解し、枝分かれ構造をもつグリコシド結合部分は加水分解しない。この β -アミラーゼを分子量 8.1×10^5 の化合物 B に作用させたところ、分子量 8.1×10^4 のデキストリンが得られた。このとき、化合物 B の 1 分子から、何分子の二糖が生じたかを有効数字 2 けたで答えなさい。解答欄には計算過程も示しなさい。