

平成 22 年度入学者選抜学力検査問題

理 科

物 理 1 ページ～ 20 ページ

化 学 21 ページ～ 34 ページ

生 物 35 ページ～ 62 ページ

地 学 63 ページ～ 72 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台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を計算、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ったら申し出なさい。

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	7
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	2	3	5
医学部 志望者のうち化学を選択する者	1	3	5	7
薬学部	1	3	6	7
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	1	2	4	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		

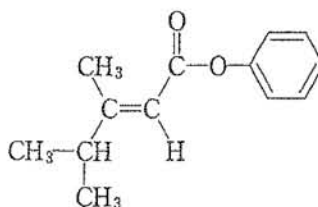
2. 解答はすべて所定の解答用紙に記入すること。

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, Cl = 35.5

Br = 79.9, Ag = 108, I = 127

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。

銀は、銀白色の比較的柔らかい金属であり、電気・熱の良導体である。鉄や銅に比べると **ア** が小さいため空気中で酸化されにくく、食器や装飾品に用いられる。また、水素よりも **ア** が小さいため塩酸や希硫酸とは反応しないが、**イ** の強い熱濃硫酸や硝酸には反応して溶ける。銀イオンを含む水溶液に強塩基や、少量のアンモニア水を加えると、褐色の沈殿として **ウ** が生成する。この沈殿に過剰のアンモニア水を加えると、沈殿が溶けて無色透明の水溶液となる。

多量の銀イオンを含む水溶液にハロゲン化物イオンを添加すると、ハロゲン化銀を生成する。ハロゲン化銀のうち、**a** は水に対する溶解度が大きいために沈殿は生じないが、**b** (淡黄色)、**c** (黄色)、**d** (白色) に関しては沈殿が生じる。それらの沈殿のうち、**d** はアンモニア水に溶けて無色の水溶液になる。ハロゲン化銀は **エ** によって分解し、銀を遊離する。このような特性を利用して、写真フィルムには主に **b** が利用されている。塩化銀は、25℃の純粋な水に 1.3×10^{-5} mol/L まで溶ける。溶けた塩化銀は水中でほぼ完全に電離しており、溶解平衡が成り立つ。飽和水溶液では温度が一定ならば、水溶液中の銀イオンの濃度と塩化物イオンの濃度の積は一定値になる。この一定値を **オ** という。

問1 文中の **ア** ～ **オ** に適切な語句をかきなさい。

問2 下線部①について、銀を濃硝酸に溶かした場合の化学反応式をかきなさい。

問3 下線部②の反応の化学反応式をかきなさい。

問 4 ~ に入る化合物の正しい組み合わせを選び、番号で答えなさい。

- (1) a—フッ化銀, b—ヨウ化銀, c—臭化銀, d—塩化銀
(2) a—ヨウ化銀, b—臭化銀, c—塩化銀, d—フッ化銀
(3) a—ヨウ化銀, b—塩化銀, c—臭化銀, d—フッ化銀
(4) a—フッ化銀, b—臭化銀, c—ヨウ化銀, d—塩化銀

問 5 1.0 L の塩化銀飽和水溶液に、 2.0×10^{-3} mol/L の塩酸 1.0 L を混合してよくかくはんした。下線部③の条件が成り立つとき、水溶液中に銀イオンは何 mol/L 溶けているか求めなさい。計算の過程も示し、有効数字 2 けたで答えなさい。ただし、溶液の温度は全て 25℃ とし、混合後の塩化物イオンの濃度は塩酸の濃度と等しいものとする。

- 2 次の表は、いろいろな物質の水への溶解性をまとめたものである。下の問い(問1～5)に答えなさい。

塩化水素	塩化ナトリウム	ストロンチウム	硫酸銅	スクロース(ショ糖)	アンモニア
① <u>よく溶ける</u>	② <u>よく溶ける</u>	③ <u>反応してよく溶ける</u>	④ <u>よく溶ける</u>	⑤ <u>よく溶ける</u>	⑥ <u>よく溶ける</u>

問1 下線部①、⑤、⑥の現象について、溶解するとき、物質と水分子との間に生じる結合の適切な名称を、次の(a)～(d)の中からそれぞれ一つ選び、記号で答えなさい。ただし、下線部①と⑥については陽イオンに限定して答えなさい。

- (a) イオン結合 (b) 金属結合 (c) 水素結合 (d) 配位結合

問2 下線部①と⑥の現象について、生成する陽イオンをそれぞれ構造式でかきなさい。

問3 下線部②の現象について、40字以内で理由を説明しなさい。また、塩化水素、塩化ナトリウムのように水中で電離する物質を何とよぶか答えなさい。

問4 下線部③の変化を化学反応式でかきなさい。また、この反応を行なう場合、10gのストロンチウムすべてが反応するためには、少なくとも何gの水が必要か。有効数字2けたで答えなさい。計算過程も示しなさい。ただし、ストロンチウムの原子量を87.6とする。

問5 下線部④の現象について、70字以内で理由を説明しなさい。ただし、硫酸銅は水中で完全に電離するものとする。

3 次の文章を読み、下の問い(問1～4)に答えなさい。

水に電気エネルギーを加えて電気分解すると、気体の酸素と水素が発生する。これに対して、片方の電極で水素を、他方の電極で酸素を反応させると、温和な条件で電気エネルギーを取り出せる。この装置を燃料電池といい、クリーンなエネルギー源として宇宙船や自動車などで利用されている。図の燃料電池では、電解液に水素イオン源としてリン酸水溶液を使い、十分量の酸素と水素が白金触媒をつけた多孔質電極をへだてて電解液と接触している。

計算問題では計算過程を示して、数値は有効数字2けたで答えなさい。ファラデー定数は $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ とする。

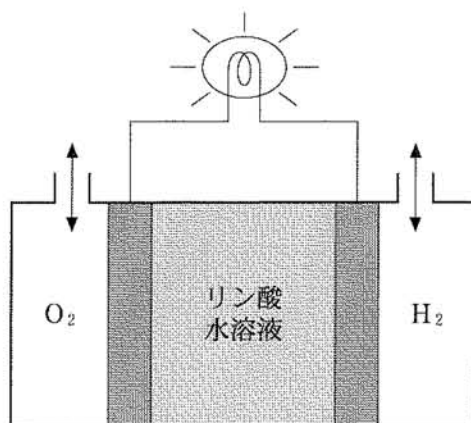


図 燃料電池の模式図

問1 一般に、少量の硫酸を含む水を白金電極で電気分解するとき、陽極で酸化される物質は何か。また、陽極で発生する気体は何か。それぞれの名称をかきなさい。

問2 図の燃料電池で、負極になるのは水素または酸素と接触する電極のどちら側か。解答欄の正解を丸で囲みなさい。また、負極で起こる化学反応を電子 e^- を含む反応式でかきなさい。

問 3 この燃料電池の性能を測定すると、25℃で電圧1.0Vと出力12W(ワット)が得られた。ここでWは電流×電圧で定義され、

$$1\text{W} = 1\text{A(アンペア)} \cdot \text{V} = 1\text{J(ジュール)}/\text{s(秒)}\text{である。}$$

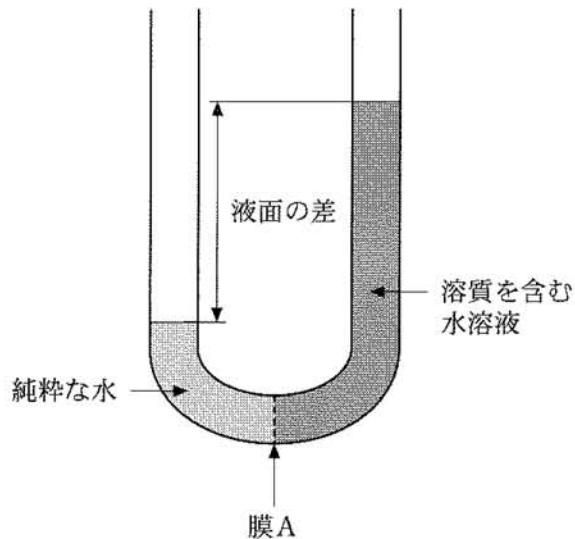
- (1) 燃料電池を5分間使うと、何Jの電気エネルギーが得られるか。
- (2) このとき消費される水素ガスの物質量は何molか。

問 4 一般に、水素1molが酸素と爆発的に化合して液体の水になるとき、25℃で286kJの熱エネルギーが出ることが知られている。図の燃料電池で水素1molが反応して得られる電気エネルギーは、水素1molが酸素と爆発的に化合して出る熱エネルギーの何%か。

4 次の文章を読み、下の問い(問1～5)に答えなさい。

不揮発性物質を溶かした水溶液と純粋な水を、U字管の膜Aの両側にそれぞれ同じ高さになるように加えた。しばらくすると、図に示すように、水溶液の液面が純粋な水の液面よりも高くなったところで停止した。

上記の現象を含め、希薄溶液には、溶液に含まれている **ア** によらず溶液の **イ** によって決まる性質がしばしば見られる。例えば、純粋な溶媒に比べ不揮発性物質を溶質とする溶液の蒸気圧は低下し、沸点は上昇する。また、凝固点は **ウ** 。



図

問1 下線部①の膜Aのような性質を示す膜を何というか、かきなさい。

問2 下線部②のように、液面に高さの差を生じさせる圧力を何というか、かきなさい。

問 3 次の(a)~(d)の4種類の水溶液について、図にある液面の高さの差を測定した。差の大きいものから順に記号で答えなさい。ただし、NaClとCaCl₂は完全に電離するものとする。また、グルコースの分子量は180、NaClのイオン式量は58.5、CaCl₂のイオン式量は111である。

- (a) グルコース(C₆H₁₂O₆)225 mg を溶かした 100 mL の水溶液
- (b) NaCl 23.4 mg を溶かした 100 mL の水溶液
- (c) 分子量 1.00×10^4 のタンパク質 500 mg を溶かした 100 mL の水溶液
- (d) CaCl₂ 55.5 mg を溶かした 100 mL の水溶液

問 4 上の文章の ア ~ ウ にあてはまる適切な語句を(a)~(c)の中からそれぞれ選びなさい。

- ア : (a) 溶質の種類, (b) 溶媒の性質, (c) 溶質と溶媒の組み合わせ
イ : (a) 体積, (b) 温度, (c) 濃度
ウ : (a) 上昇する, (b) 低下する, (c) 変わらない

問 5 下線部③にある蒸気圧の低下および沸点の上昇を生ずる理由をそれぞれ70字以内で説明しなさい。このとき、溶媒と溶質の間には分子間力が働かないものとする。

問 3 有機化合物の原料としてアセチレン 100 g のみを用いると、何 g のポリビニルアルコールが得られるか。計算過程も示し、有効数字 2 けたで求めなさい。ただし、すべての反応は完全に進行するものとする。

問 4 化合物 A の組成式と構造式をかきなさい。

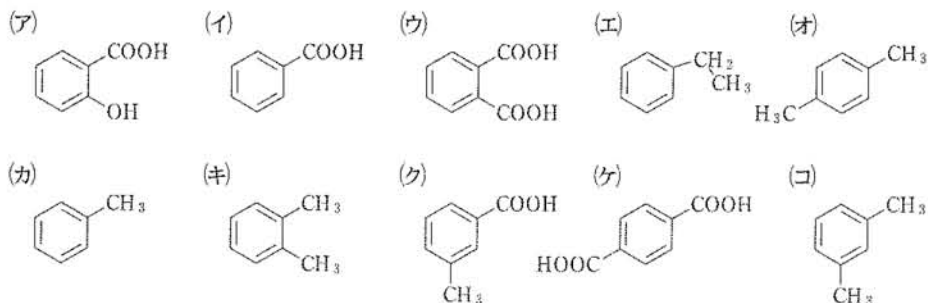
問 5 化合物 C, D の構造式をかきなさい。ただし、化合物 D の不斉炭素原子に*を記すこと。

6 有機化合物に関する次の文章ⅠとⅡを読み、下の問い(問1～5)に答えなさい。

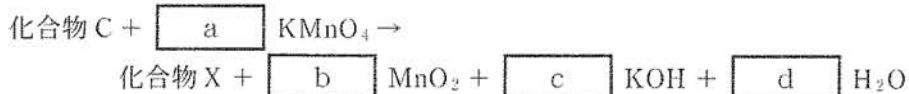
Ⅰ 芳香族化合物Aは、触媒を用いて分子式 C_8H_{10} の化合物Bを酸化することにより得られる。化合物Bの構造異性体である化合物Cを過マンガン酸カリウムにより酸化し、反応溶液に希硫酸を加えると、化合物Dが得られる。化合物Dの構造異性体である化合物Eを加熱すると、水分子がとれて化合物Aになる。

Ⅱ 化合物Fは、ベンゼンからフェノールを工業的に合成する際に経由する化合物であり、触媒を用いてベンゼンを化合物Gと反応させることにより得られる。化合物Fを空気酸化すると、酸で分解する性質をもつ化合物Hになる。

問1 化合物B, C, D, Eにあてはまる化合物を、下の(ア)～(コ)の中から選び、記号で答えなさい。



問2 下線部①では化合物Xが得られ、その反応は下の化学反応式であらわされる。化合物Xの構造式と、空欄 ～ にふさわしい数字をかきなさい。また、この反応において酸化マンガン(Ⅳ)が17.4g得られたとすると、下線部②の反応により化合物Dは何g得られるか。有効数字2けたで答えなさい。ただし、酸化マンガン(Ⅳ)の式量は87とし、化合物Xがすべて化合物Dに変わったものとする。



問 3 化合物 A の構造式をかきなさい。化合物 A の融点は 132°C であるのに対し、化合物 E の融点は 234°C である。これら二つの化合物の融点が大きく異なる主な理由を 50 字程度で述べなさい。

問 4 ベンゼンと化合物 G から化合物 F が得られる化学反応式を、構造式を用いてかきなさい。また、化合物 G と化合物 F の名称をかきなさい。

問 5 16.0 g の化合物 H を酸で分解したところ、生成物としてフェノールと芳香のある液体 Y (沸点 56°C) が得られた。このフェノールをすべて臭素と反応させると、分子式 $\text{C}_6\text{H}_3\text{Br}_3\text{O}$ の化合物と 24.3 g の臭化水素が生成した。化合物 H の分解によって生じた液体 Y は何 g になるか。また、化合物 H の何% が分解したか。それぞれ、計算過程も含めて有効数字 2 けたで答えなさい。ただし、フェノールと臭素の反応は完全に進行するものとする。

7 次の文章を読み、下の問い(問1～4)に答えなさい。

脂質には構成成分が脂肪酸とグリセリンのみからなる単純脂質と、それ以外にリン酸、糖類、タンパク質などを含む複合脂質がある。単純脂質は酵素 **ア** を作用させることで脂肪酸とグリセリンに加水分解される。また、複合脂質の中には細胞膜の構成成分となるものがあり、その場合 **イ** 基を外側に、 **ウ** 基を内側にして二重構造の膜を作っている。脂質には、常温で固体のものと液体のものがあるが、この状態の差は構成する脂肪酸の構造的特徴によることが知られている。

脂質 A は単純脂質に属し、その構成脂肪酸は表に示すいずれかである。構成脂肪酸を決めるために実験をしたところ、以下の結果を得た。

(実験Ⅰ) 脂質 A を酵素 **ア** により加水分解して分析したところ、脂質 A に由来する3種類の成分が検出された。そのうち1種類はグリセリンであり、他の2種類(成分 X と成分 Y)は脂肪酸であることが判明した。

(実験Ⅱ) 実験Ⅰの各成分をそれぞれ臭素水に加えたところ、成分 X を加えた場合だけ臭素水の色が消えた。

(実験Ⅲ) 脂質 A 8.82 g を完全にヨウ素化するには、10.16 g のヨウ素が必要であった。

表 構成脂肪酸

名 称	示性式
ステアリン酸	$C_{17}H_{35}COOH$
オレイン酸	$C_{17}H_{33}COOH$
リノール酸	$C_{17}H_{31}COOH$
リノレン酸	$C_{17}H_{29}COOH$

問 1 文章中の ア ~ ウ に適切な語句をかきなさい。

問 2 文章中の下線部で、常温での脂質の状態を決める脂肪酸の構造的特徴について 40 字以内で説明しなさい。ただし、構成する脂肪酸の炭素数は 18 で一定とする。

問 3 実験 I と実験 II の結果だけに基づいて、以下の問いに答えなさい。

- (1) この段階で、成分 X として考えられる脂肪酸の名称をかきなさい。
- (2) 脂質 A の構造には何種類の可能性があるか答えなさい。また、その理由についてもかきなさい。

問 4 さらに実験 III の結果をあわせ、脂質 A を構成する脂肪酸成分 X と Y の名称と、その物質量の比を答えなさい。