

平成 31 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～ 32 ページ

生 物 33 ページ～ 47 ページ

地 学 48 ページ～ 59 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記入しなさい。その他の欄に記入してはいけません。
3. 選択科目は、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、学部・学科等で異なるので、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、持ち帰りなさい。
8. 落丁、乱丁または印刷不備があったら申し出なさい。

化 学

注意 1. 志望学部・学科等により、以下に示す番号の問題を解答すること。

志望する学部・学科等	解答する問題番号			
国際教養学部 志望者のうち化学を選択する者	1	2	3	4
教育学部 志望者のうち化学を選択する者	1	2	4	
理学部 物理学科志望者、および数学・情報数理学科、生物学科、地球科学科志望者のうち化学を選択する者	2	3	4	
理学部 化学科	1	2	3	4
	5	6		
工学部	1	2	4	
園芸学部 志望者のうち化学を選択する者	1	4	6	
医学部 志望者のうち化学を選択する者	2	3	4	6
薬学部	2	3	4	6
看護学部 志望者のうち化学を選択する者	1	4	6	
先進科学プログラム (方式Ⅱ) 物理学関連分野、化学関連分野志望者、および生物学関連分野志望者のうち化学を選択する者	2	3	4	
先進科学プログラム (方式Ⅱ) 工学関連分野	1	2	4	
先進科学プログラム (方式Ⅱ) 植物生命科学関連分野	1	4	6	

注意 2. 解答は、すべて解答用紙の所定の欄に、指定された方法で記入しなさい。

3. 必要があれば次の数値を用いなさい。

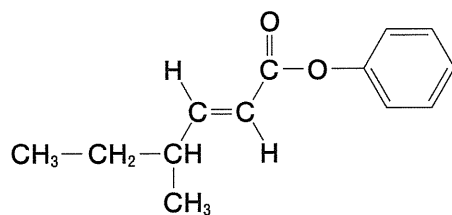
原子量：H = 1.00, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, Na = 23.0,

Cl = 35.5, K = 39.0, Cu = 63.5, Ag = 108

気体定数： $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$

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

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、以下の問い(問1～5)に答えなさい。

クロムは銀白色の光沢をもつ金属であり、主に酸化数が+3と+ ア の化合物をつくる。クロムは空気中で表面にち密な酸化被膜を作り、イ と呼ばれる状態になるため、酸化されにくい。鉄にクロムやニッケルを加えた合金は ウ と呼ばれており、汎用的な金属素材として広く利用されている。

アルミニウム粉末と酸化鉄(Ⅲ)を混合し点火することで、鉄の単体を生成する方法がある。この方法で用いられる反応は酸化還元反応であり、エ 反応と呼ばれている。この方法と同様に、アルミニウム粉末を利用して酸化クロム(Ⅲ)を還元すると、クロムの単体が得られる。^①

クロム酸カリウム水溶液は オ 色の溶液であるが、クロム酸イオンを含む水溶液を硫酸で酸性にすると、二クロム酸イオンが生成し、水溶液はカ 色に変色する。いま、0.10 mol/Lのクロム酸カリウム水溶液 10.0 mLに濃硫酸を加えて水溶液を酸性にし、その後、0.10 mol/Lのシュウ酸水溶液 20.0 mLを加えたところ、二酸化炭素が生成した。^③

問1 ア ～ カ にあてはまる数字あるいは適切な語句を、それぞれかきなさい。

問2 下線部①の化学反応式をかきなさい。

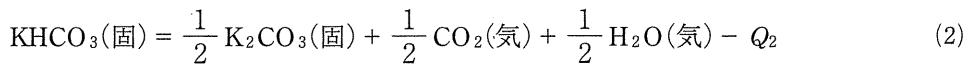
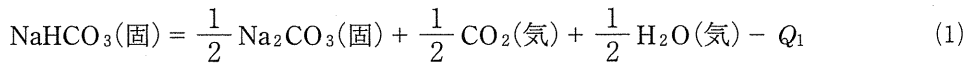
問3 下線部②の化学反応をイオン反応式をかきなさい。

問 4 下線部③の化学反応を，酸化剤および還元剤の反応にわけて，それぞれ電子 e^- を含むイオン反応式でかきなさい。

問 5 下線部③の化学反応で生成しうる二酸化炭素は何 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。ただし，加えた濃硫酸は十分量であり，下線部②の反応は完全に進行するものとする。

2 次の文章を読み、以下の問い(問1～4)に答えなさい。

NaHCO_3 は約 200°C に加熱すると、以下の熱化学方程式(1)に従って、 CO_2 と H_2O を放出して Na_2CO_3 に変化する。この反応は吸熱反応であり、 NaHCO_3 1 mol 当たり Q_1 [kJ] の熱を吸収する。同様に、 KHCO_3 も熱化学方程式(2)に従って、1 mol 当たり Q_2 [kJ] の熱を吸収する。



問1 式(1)の反応に従うとき、10 g の NaHCO_3 から何 g の CO_2 が放出されるか。有効数字2けたで答えなさい。ただし、式(1)の反応は完全に進行するものとする。

問2 式(1)の反応を進行させるうえで、加熱するとよい理由が二つある。一つには「吸熱反応」という語句を、もう一つには「活性化エネルギー」という語句を用いて、二つの理由をそれぞれ45字以内で答えなさい。

問3 NaHCO_3 と KHCO_3 の混合物がある。この混合物について、式(1)と式(2)の反応を完全に進行させたときの吸熱量は、 Q_3 [kJ] であった。このとき、 m [g] の CO_2 が放出された。混合物中の NaHCO_3 の質量は何 g であったか。 Q_1 、 Q_2 、 Q_3 および m を用いて表しなさい。計算過程も示しなさい。ただし、式(1)と式(2)の反応のみが進行したものとする。

問 4 NaHCO_3 の水溶液と KHCO_3 の水溶液を区別する方法について、次の文章を読み、 ～ にあてはまる最も適切な語句を、以下の語群(a)～(h)からそれぞれ選び、記号で答えなさい。

洗淨した の先に NaHCO_3 の水溶液をつけ、バーナーの外炎に入れると、炎の色が になった。同様に、 KHCO_3 の水溶液をつけた場合は、炎の色が になった。

語 群

- (a) ガラス棒(ソーダ石灰)
- (b) 銅線
- (c) 白金線
- (d) 赤紫色
- (e) 赤色
- (f) 青色
- (g) 黄色
- (h) 緑色

3 次の文章を読み、以下の問い(問1～5)に答えなさい。

電解槽 A および B を下図のように接続し、白金電極を用いて電気分解の実験を行った。電解槽 A には濃度 0.100 mol/L の硝酸銀水溶液が 200 mL 、電解槽 B には濃度 0.100 mol/L の塩化銅(II)水溶液が 100 mL 入っている。電流計の値が 0.500 A で一定となるように直流電源を用いて電圧をかけ、 2000 秒間電流を通じたところ、電解槽 A では陰極の質量が 0.540 g 増加した。ただし、水溶液の体積変化は無視してよい。

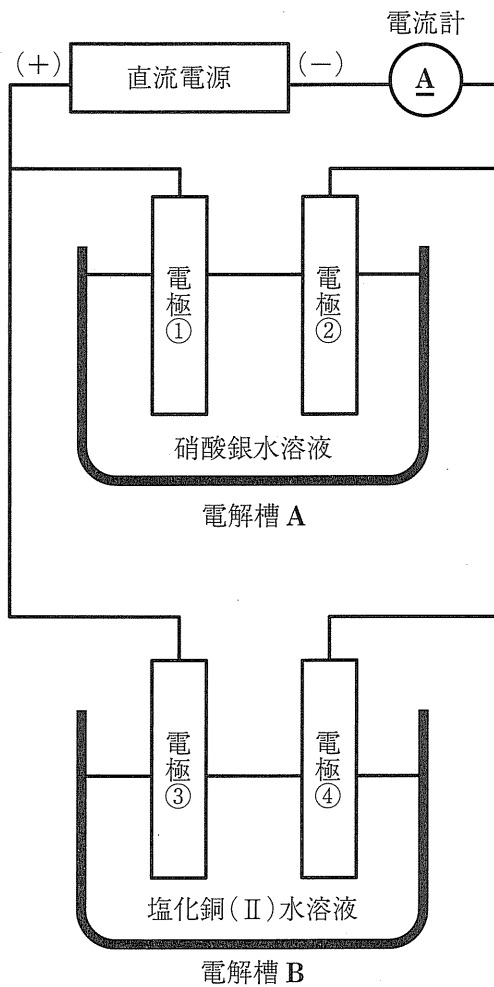


図 電気分解の実験

- 問 1 電極①～④で起きた反応を、それぞれ電子 e^- を含むイオン反応式でかきなさい。
- 問 2 この実験において電解槽 A および B に流れた電気量はそれぞれ何クーロン(C)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 3 電気分解後の電解槽 B の水溶液における Cu^{2+} イオンの濃度は何 mol/L 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 4 電気分解後の電解槽 A の水溶液の pH はいくらか。小数第 1 位まで答えなさい。計算過程も示しなさい。ただし、水溶液中の硝酸イオン、銀イオンおよび気体が pH に与える影響は無視できるものとする。必要であれば $\log_{10} 2 = 0.30$ を用いなさい。
- 問 5 電気分解後の電解槽 A の水溶液をビーカーに移し、そこに十分量の希塩酸を加えた。その後、ビーカーの内容物をろ紙を用いてろ過し、そのろ紙上に光を当てた。この実験において、希塩酸を加えたときに起きる反応およびろ紙上に光を当てたときに起きる反応を、それぞれ化学反応式でかきなさい。

4 次の文章 I および II を読み、以下の問い(問 1 ~ 6)に答えなさい。

I 化合物 A を 16.0 mg とり完全燃焼させたところ、52.8 mg の二酸化炭素と 14.4 mg の水のみが得られた。また、 2.50×10^{-5} mol の化合物 A を完全燃焼させるためには、標準状態(273 K, 1.013×10^5 Pa)で 8.96 mL の酸素が必要であった。なお、化合物 A と酸素は過不足なく反応したものとする。

問 1 化合物 A の組成式をかきなさい。

問 2 化合物 A の分子式をかきなさい。

II 分子式が C_5H_{10} の化合物には鎖式化合物と環式化合物がある。鎖式化合物のうち、4種類の化合物 B ~ E をそれぞれ臭素と反応させると、化合物 B からのみ不斉炭素原子を二つもつ化合物が生じた。また、化合物 B ~ E に触媒の存在下でそれぞれ水素を付加させると、化合物 B と C からは化合物 F が生じ、化合物 D と E からは化合物 F とは異なる化合物が生じた。

化合物 D を硫酸酸性の過マンガン酸カリウム水溶液で酸化すると中性の化合物 G と酸性の化合物 H が生じたが、化合物 H はさらに酸化されて2種類の化合物を生じた。一方、化合物 E を硫酸酸性の過マンガン酸カリウム水溶液で酸化すると、化合物 G や H とは異なる中性の化合物 I と酸性の化合物 J が生じた。

問 3 化合物 B について考えられる構造式をすべてかきなさい。なお、立体異性体が存在する場合は区別してかきなさい。

問 4 化合物 C, D, E, および G の構造式をかきなさい。

問 5 化合物 F, H, I, および J の化合物名をかきなさい。

問 6 下線部について，分子式が C_5H_{10} で，不斉炭素原子をもたない四つの環式化合物の構造式をすべてかきなさい。

5 次の文章を読み、以下の問い(問1～6)に答えなさい。

ベンゼン環をもつ4種類の化合物A～Dを含むジエチルエーテル溶液(混合溶液)がある。この溶液から下図に示した操作によりそれぞれの成分を分離した。なお、分離操作においてジエチルエーテルおよび①～⑥で用いた試薬の量は十分であり、それぞれの成分はジエチルエーテル層(エーテル層)あるいは水層のいずれか一方に完全に移動したものとする。

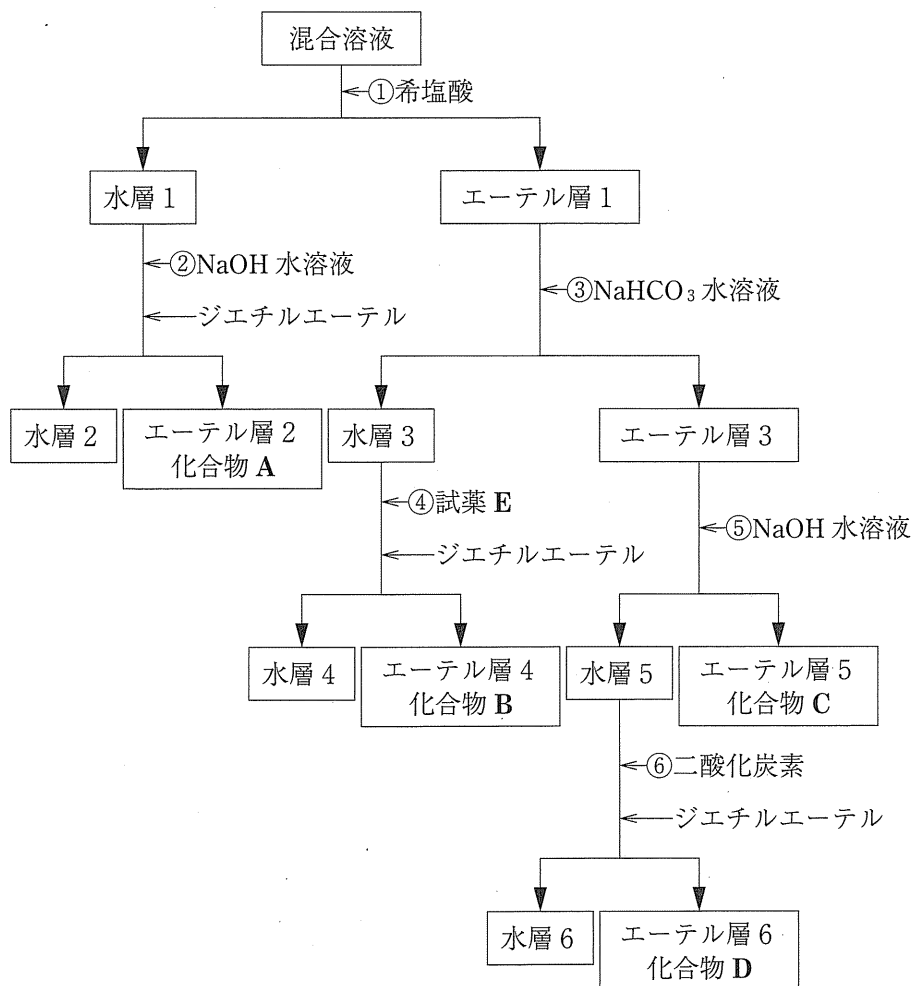
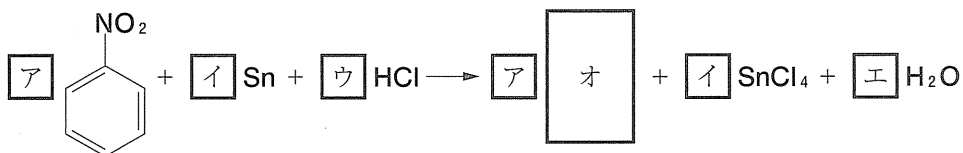


図 混合物の分離操作

問 1 水層 1 に含まれる有機化合物は、下に示した、ニトロベンゼンを塩酸とスズで還元した化合物 オ と同じであった。このニトロベンゼンの還元反応の化学反応式が完成するように、ア ~ エ にあてはまる適切な整数と、オ にあてはまる構造式をかきなさい。



問 2 化合物 A の名称を答えなさい。

問 3 化合物 B はエーテル層 1 に溶けていたにも関わらず、③の操作により水に溶解し、水層に移動した。この理由を 60 字以内で答えなさい。

問 4 ④の試薬 E として適切なものを、次の(カ)~(コ)から一つ選び、記号で答えなさい。

- (カ) NaOH 水溶液 (キ) NaHCO₃ 水溶液 (ク) NaCl 水溶液
 (ケ) 二酸化炭素 (コ) 希塩酸

問 5 化合物 B および D の分子量は 122 であった。化合物 D を過マンガン酸カリウム水溶液で酸化するとサリチル酸が得られた。また、化合物 D を無水酢酸でアセチル化した後、アンモニア性硝酸銀水溶液を作用させると銀鏡反応が起きた。化合物 B および D の構造式をかきなさい。

問 6 化合物 C の分子式は C₈H₁₀ であった。この化合物 C を酸素存在下、触媒である酸化バナジウム(V₂O₅)とともに加熱して得られた化合物は、ナフタレンを同様の条件で酸化して得られた化合物と同じであった。化合物 C の構造式をかきなさい。

6 次の文章を読み、以下の問い(問1～6)に答えなさい。

生物の細胞には DNA(デオキシリボ核酸)および RNA(リボ核酸)と呼ばれる高分子化合物が存在している。DNA と RNA は遺伝情報の伝達において中心的役割を果たしている。

核酸の単量体をヌクレオチドと呼び、DNA を構成するヌクレオチドは環状構造の塩基(アデニン、グアニン、シトシン、チミン)(図1)と、糖である **ア** と、 **イ** とが結合した化合物である。DNA は複数のヌクレオチドが縮合したポリヌクレオチドである。

DNA 分子は2本のポリヌクレオチドが重なり合った右回りのらせん状構造をとり、この構造はDNAの二重らせん構造とよばれる。DNAの4種類のヌクレオチド塩基のうち、シトシンは **ウ** と、 **エ** は **オ** とそれぞれ水素結合で塩基対をつくる。DNAの水素結合が熱などによって切断されると、二重らせんがほどけ1本鎖になる。

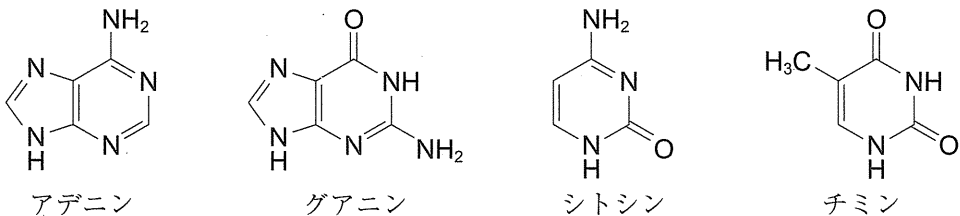


図1

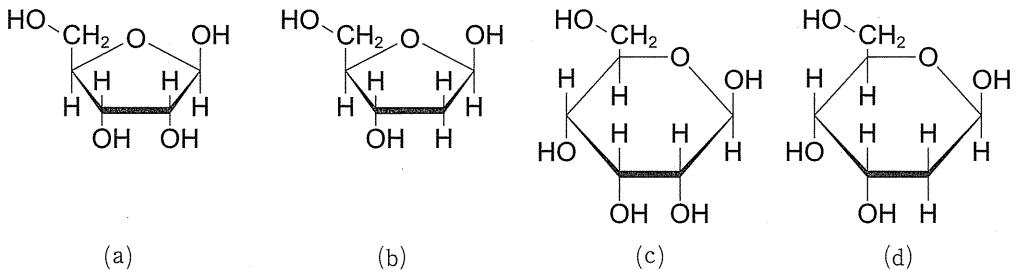


図2

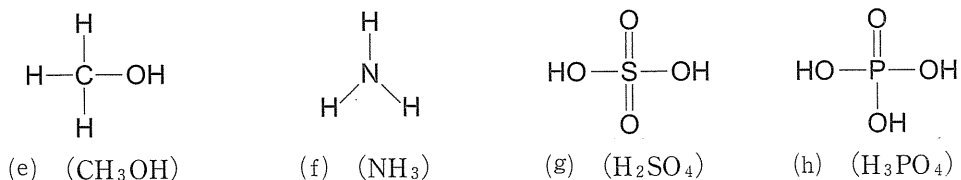


図 3

問 1 ア と イ にあてはまる構成単位を、ア については図 2 の(a)~(d)から、イ については図 3 の(e)~(h)からそれぞれ選び、記号で答えなさい。

問 2 下線部について、ヌクレオチドが 2 分子結合した化合物の構造式を、図 1 ~ 3 を参考にしてかきなさい。なお、2 分子とも塩基としてアデニンをういなさい。

問 3 ウ ~ オ にあてはまる塩基名を答えなさい。なお、ウ ~ オ にあてはまる塩基は重複してはいけない。また、エ と オ の順序は問わない。

問 4 DNA 二重らせん構造中のシトシンが形成する塩基対を、図 1 および解答欄の図を参考にしてかきなさい。また、水素結合は点線であらわしなさい。なお、ア と イ からなる DNA の主鎖は解答欄にかかれています。

問 5 一方のポリヌクレオチドが 50 個のヌクレオチドからなる DNA 二重らせんの塩基の組成を調べたところ、シトシンが 35 個であった。この DNA 二重らせん中のアデニン、グアニン、チミンはそれぞれ何個か答えなさい。導出過程も示しなさい。

問 6 スチレンと *p*-ジビニルベンゼンからなる共重合体の側鎖に、アルキルアンモニウム基を導入した樹脂 **A** と、スルホ基を導入した樹脂 **B** がある。中性の水溶液に溶解した DNA が強く結合するのはどちらの樹脂か、理由を含めて 80 字以内で答えなさい。