

平成 20 年度入学者選抜学力検査問題

理 科

物 理 1 ページ～ 16 ページ

化 学 17 ページ～ 31 ページ

生 物 32 ページ～ 57 ページ

地 学 58 ページ～ 64 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. 監督者から解答を始めるよう合図があったら、まず最初に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、各科目の最初に書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 2 3 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 2 3 6
医学部 志望者のうち化学を選択する者	2 4 5 6
薬学部	1 4 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	1 3 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	化学 2 3 6 から 2題を選択し解答
	物理 1 3

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。

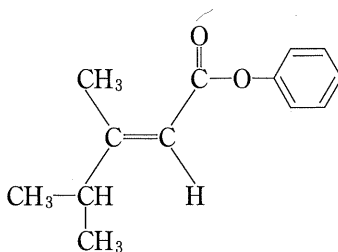
原子量：H = 1.0, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, S = 32.1

Na = 23.0, Mg = 24.3, K = 39.1, Ca = 40.1, Cl = 35.5

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。

酸素は空気や水、有機化合物を構成する元素として地球上に広く存在しており、地殻中に最も多く含まれる元素である。空気中では O_2 として乾燥空気中の体積の約 割を占めている。実験室では酸化マンガ(IV)などを触媒とした の水溶液の分解で O_2 を発生させることができる。酸素は活性が高く、さまざまな元素と化合して酸化物をつくる。

酸素 O_2 の同素体にはオゾン O_3 がある。オゾンは O_2 中で放電を行うか、 O_2 に を当てると生じる。オゾンは水で湿らせたヨウ化カリウムデンプン紙で検出できる。大気圏にはオゾン層があり、太陽光に含まれる を吸収する役割がある。近年、冷媒、洗浄等に使用されてきたフロンが、このオゾン層を破壊し、地上に届く が増加して生ずる健康影響が懸念されている。南半球上空では と呼ばれているオゾン層の薄い部分が発見された。

問1 文中の ～ に適切な語句、化学式または数字を書きなさい。

問2 下線部①の物質は、酸性酸化物、塩基性酸化物、両性酸化物に大別される。 CO_2 、 Na_2O 、 Al_2O_3 、 CaO 、 SO_3 の5種の酸化物を分類しなさい。

問3 下線部②の方法により、標準状態において、1.0 lの酸素 O_2 中でオゾンを生成させたとところ、体積が8.0%減少した。生成したオゾンの体積は標準状態で何 l か。有効数字2けたで答えなさい。また、計算過程も示しなさい。

問4 下線部③の方法において、オゾンによりヨウ化カリウムデンプン紙は何色になるか。また、その際にどのような反応が起こっているか、化学反応式で書きなさい。

問 5 下線部④について、超音速ジェット機から排出される NO もオゾン層の破壊を引き起こすと考えられている。どのような反応が起こっているか、化学反応式で書きなさい。

2 次の化学結合に関する文章を読み、下の問い(問1～5)に答えなさい。

ダイヤモンドと黒鉛は炭素の同素体である。ダイヤモンドはすべての結合が 結合であるため、きわめて硬く、また、屈折率が高い、融点が高い、熱を伝えやすいなどいろいろな特性をもっている。この結晶の中では1個の炭素原子が 個の他の炭素原子と結合している。一方、黒鉛は1個の炭素原子が 個の他の炭素原子と 結合しており、平面が重なり合っている構造をしている。この平面間は、弱い 力で結合しているため、黒鉛はやわらかい。

固体のナトリウムや銅、マグネシウムなどの物質はそれぞれの原子が 結合により結びついている結晶である。それらは、体心立方格子、面心立方格子または の原子配列を示す。また、 はこの結合を有する2種類以上の元素を含み、はんだや超伝導体など優れた性質を示すものもある。

塩化ナトリウムなどの物質は、2種類の原子が交互に積み重なって配列しており、それぞれが 結合により結びついた結晶である。セメントやガラス、陶磁器など無機物を高温に熱して作られた材料である には、この結合をもつものが多い。

問1 文中の ～ に適切な語句または数字を書きなさい。

問2 黒鉛に電気が流れる理由を50字以内で説明しなさい。

問3 ナトリウムは体心立方格子に属する結晶で、単位格子の一辺の長さは 4.3×10^{-8} cm である。これよりナトリウムの密度を g/cm^3 の単位で有効数字2けたまで求めなさい。計算過程も示しなさい。

問 4 ナトリウムを水中に投入すると激しく反応してガスを発生する。このときの化学反応式を書きなさい。また、標準状態のもとでナトリウム 1.0 g を全て水と反応させたときに発生する気体の体積を l の単位で有効数字 2 けたまで求めなさい。計算過程も示しなさい。

問 5 塩化ナトリウム中の塩化物イオンと同様の電子配置を持つ希ガス元素を答えなさい。

3 次の文章を読み、下の問い(問1～5)に答えなさい。

塩化ナトリウムは水に溶け、正電荷と負電荷を帯びたイオンとして完全に電離①する。100 gの水に溶ける物質の質量(グラム単位)を水に対する溶解度というが、溶解度は物質によって、また温度によっても異なるので、溶解度の違いを用いて固体混合物を分離したり、精製したりすることができる。②

水100 gに溶解した少量の塩化ナトリウムを含む硝酸カリウムの混合水溶液から純粋な硝酸カリウム③を得るため、この混合液を60℃に加熱し、さらに50.0 gの純粋な硝酸カリウムを加えて溶解した。その後、溶液を0℃に冷却し硝酸カリウムのみを沈殿させ、ろ過および乾燥によって76.7 gの純粋な硝酸カリウムを得た。ろ液を20倍に希釈し、この溶液の沸点を測定したところ、同じ条件で測定した純粋な水の沸点より0.078℃高かった。

問1 下線部①のように、水に溶けて陽イオンと陰イオンに電離する物質を何と
いうか、答えなさい。

問2 水分子は溶質である分子やイオンと相互作用して、そのまわりを囲む。こ
の現象を何と
いうか答えなさい。

問3 下線部②の方法を何と
いうか、答えなさい。

問4 下の表を用いて、下線部③で溶解していた硝酸カリウムの質量を求め、有
効数字3けたで答えなさい。計算過程も示しなさい。ただし、この条件では
2つの物質の溶解度は、互いに影響を及ぼさないものとする。

固体の溶解度(g/100 g水)

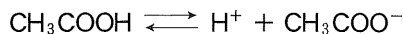
溶質	温度	
	0℃	60℃
塩化ナトリウム	35.7	37.1
硝酸カリウム	13.3	109.0

問 5 下線部③の混合水溶液には何 g の塩化ナトリウムが溶けているか、有効数字 2 けたまで求めなさい。計算過程も示しなさい。ただし、硝酸カリウムと塩化ナトリウムは、それぞれ完全に電離しており、水のモル沸点上昇は $0.52 \text{ K}\cdot\text{kg}/\text{mol}$ とする。

- 4 次の文章を読み、下の問い(問1～3)に答えなさい。なお、必要があれば以下の数値を用いなさい。

$$\sqrt{280} = 17, \log 1.7 = 0.23, \log 4.2 = 0.62, \log 28 = 1.45$$

酢酸 CH_3COOH は、水溶液中では次のような電離平衡の状態になっている。



問1 電離前の酢酸の濃度を $c \text{ mol/l}$ 、電離定数を K_a としたとき、電離平衡における酢酸の電離度 α を c と K_a を用いて表しなさい。ただし、酢酸の電離度は1に比べて極めて小さく、 $1 - \alpha \approx 1$ と見なすこととする。

問2 25°C での酢酸の K_a を $2.8 \times 10^{-5} \text{ mol/l}$ として、 0.10 mol/l の酢酸の水溶液の電離度 α を有効数字2けたで求めなさい。またそのときの pH を小数第1位まで求めなさい。

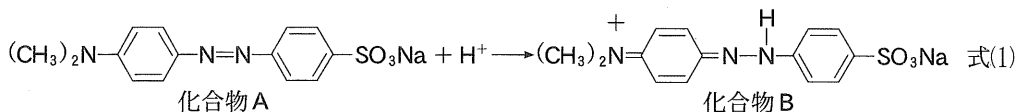
問3 25°C において、酢酸とその塩である酢酸ナトリウム CH_3COONa の濃度が、それぞれ $c_a \text{ mol/l}$ および $c_s \text{ mol/l}$ となるように調製した混合水溶液がある。

- (1) $c_a = c_s = 0.10 \text{ mol/l}$ のとき、この混合水溶液の pH はいくらになるか。計算過程も示し、小数第1位まで求めなさい。ただし、酢酸ナトリウムは水溶液中で完全に電離しており、混合水溶液中の酢酸イオンはほとんど酢酸ナトリウムからのものと見なし、また電離していない酢酸の濃度は調製した酢酸の濃度と等しいものとする。
- (2) 混合水溶液の pH を 4.0 に調節したければ、酢酸ナトリウムと酢酸の混合濃度比 $\frac{c_s}{c_a}$ をいくらにすればよいか。計算過程も示し、有効数字2けたで求めなさい。
- (3) (1)の混合水溶液 200 ml に 0.20 mol/l の希塩酸 20 ml を加えると、混合水溶液の pH はいくらになるか。計算過程も示し、小数第1位まで求めなさい。

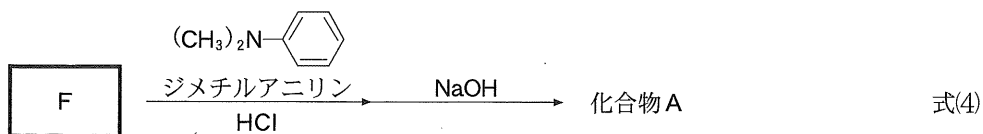
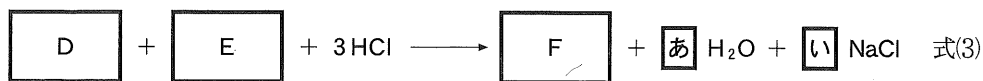
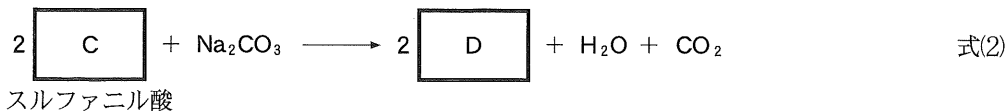
- (4) この混合水溶液には、その中へ強酸や強塩基の水溶液がわずかに混入しても、混合水溶液の pH の値をほぼ一定に保つ働きがある。このような働きを何というか。

5 次の文章を読み、下の問い(問1～6)に答えなさい。

化合物AはpH指示薬(変色域pH 3.1-4.4)として用いられる。例えば化合物Aを少量含む濃度不明の水酸化カルシウム水溶液に、0.100 mol/lの塩酸を滴下していくと18.0 mlを加えたところで、溶液の色が(ア)色から(イ)色に変化した。このような色の変化は、塩基性水溶液に酸が加えられることで溶液中のpHが中和点を越え、わずかに過剰となった水素イオンと化合物Aが結合し、化合物Bへと変化したことに起因する(式(1))。化合物Aと化合物Bは分子構造が異なるために、それぞれ吸収する光(可視光線)の(ウ)が異なり、このため私たちはpHの変化を色の変化として観察することができるのである。化合物Aのように分子内に-N=N-結合をもつものを一般に(エ)化合物と呼び、指示薬や染料として用いられるものが多い。



化合物Aは以下の一連の操作により合成することが可能である。すなわちスルファニル酸Cを炭酸ナトリウム水溶液に溶解させDとし(式(2))、氷冷下にEを加えたのち塩酸をゆっくり加え、Fを調製する(式(3))。これにジメチルアニリンと塩酸の混合液を加え、最後に水酸化ナトリウム水溶液を加えると化合物Aが固体として析出する(式(4))。



問 1 化合物Aの名称を答えなさい。

問 2 下線部①において溶液中に含まれる水酸化カルシウムの質量をgの単位で有効数字2けたで求めなさい。

問 3 文中の(ア), (イ), (ウ), (エ)に適切な語句を書きなさい。

問 4 空欄 , , に構造式, 空欄 に化学式を書きなさい。

問 5 式(3)の空欄 , に適切な数字をいれ, 化学反応式を完成させなさい。

問 6 下線部②において氷冷せずに室温で操作を行った場合, 生成した化合物Fはさらに化合物Gへと変化する。FからGへの変化を化学反応式で表しなさい。

6

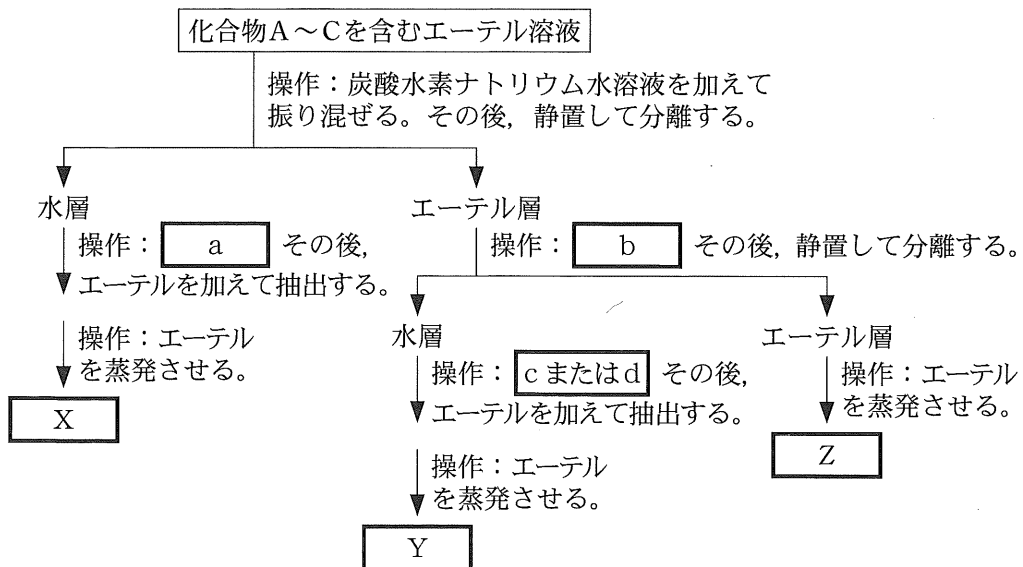
次の文章を読み、下の問い(問1～6)に答えなさい。

炭素、酸素、水素からなる4種類の異なる有機化合物A～Dがある。

I これらの化合物について、以下の(1)～(6)のことがわかっている。

- (1) 化合物A～Dはベンゼン環を1つだけ含む。
- (2) 化合物AとBは分子式 C_7H_8O の構造異性体である。また、化合物CとDも互いに分子式 $C_9H_{10}O_2$ の構造異性体である。
- (3) 化合物Aは弱い酸性を示し、塩化鉄(Ⅲ)水溶液で呈色する。
- (4) 化合物Bは金属ナトリウムと反応しない。
- (5) 化合物Cは酸性を示し、過マンガン酸カリウムで酸化すると2価カルボン酸になる。そのカルボン酸はペットボトルに使われる高分子の原料である。
- (6) 化合物Dはメタ(*m*-)異性体である。化合物Dをアンモニア性硝酸銀溶液中で加熱すると銀が析出する。また、化合物Dに水酸化ナトリウム水溶液とヨウ素を加えて加熱するとヨードホルムが生じる。

II 化合物A～Cを含むジエチルエーテル(以下エーテル)溶液がある。分液ろうとを用いて下図の手順で物質 X ～ Z に分離した。分離後の物質 X ～ Z には、化合物A～Cのいずれか1つが主成分として含まれていた。



問 1 化合物Aの可能性がある化合物はいくつあるか。数字で答えなさい。

問 2 化合物BとCの構造式を書きなさい。

問 3 化合物Dは(6)の下線部①と②の反応を示した。化合物Dの置換基のうち、それぞれの反応を示す置換基の構造を書きなさい。

問 4 IIの図中にある操作の空欄a～dにあてはまるものを下の(ア)～(カ)から選んで記号で答えなさい。ただし、記号は重複して用いてよい。

(ア) 塩酸を加えて振り混ぜる。

(イ) 塩化アンモニウム水溶液を加えて振り混ぜる。

(ウ) 水酸化ナトリウム水溶液を加えて振り混ぜる。

(エ) 飽和食塩水を加えて振り混ぜる。

(オ) 窒素を十分に吹き込む。

(カ) 二酸化炭素を十分に吹き込む。

問 5 IIの操作で分離される物質

X

 の主成分は化合物A～Cのいずれであるか。A～Cの記号で答えなさい。

問 6 化合物A～Dを含むジエチルエーテル溶液でIIの操作を行うと、化合物Dは主として物質

X

 ～

Z

 のいずれに含まれるか。X～Zの記号で答えなさい。

7 次の文章ⅠおよびⅡを読み、下の問い(問1～5)に答えなさい。

Ⅰ 2分子の単糖がグリコシド結合した二糖には様々な異性体が存在する。例えば、下図に示した α -グルコース(六員環構造)のみから成る二糖でも、結合位置の違いによって **ア** 種類の異性体が存在する。多くの二糖はフェーリング反応によって酸化銅(Ⅰ)の沈殿を与える還元性二糖であるが、還元性を示さない二糖も天然に存在している。例えば、 **イ** はグルコースとフルクトースから成る非還元性二糖であり、また、2分子の α -グルコースから成る対称性を持った二糖も存在する。これらは化学的に安定なことから、甘味剤や保湿剤として食品や化粧品などに広く利用されている。

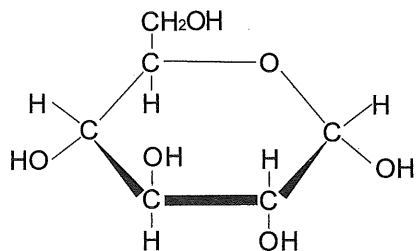


図 α -グルコース

Ⅱ タンパク質のうち、加水分解によってアミノ酸以外に、糖、リン酸、色素などの物質も同時に生じるものを **ウ** という。例えば、牛乳中に存在するカゼインはリン酸と結合したタンパク質であり、生体内で酸素の運搬をになうヘモグロビンは色素と結合したタンパク質である。これらの **ウ**のうち、糖と結合したタンパク質を糖タンパク質という。

分子量 65,000 の糖タンパク質Aがある。これを、特殊な酸Bで処理することで、Aに結合している糖を加水分解によって除いた。糖を除いたあとのAの分子量は32,240であった。一方、Aに結合している糖は、物質質量比で、85.0%の五炭糖C(分子量150)と15.0%の六炭糖D(分子量180)で構成されることが知られている。

問 1 に適切な数字を書きなさい。

問 2 に適切な化合物名を書きなさい。

問 3 下線部①に示した非還元性二糖の構造式を書きなさい。

問 4 に適切な語句を書きなさい。

問 5 特殊な酸 B で処理することによって、糖タンパク質 A に結合しているすべての糖が除かれたとすると、1分子の A に結合した糖は、何分子の五炭糖 C と六炭糖 D から構成されていることになるか、整数で求めなさい。計算過程も示しなさい。ただし、A では、C と D は、すべて脱水縮合されているものとする。また、B での処理によって、A のペプチド結合は加水分解しなかったものとする。