

## 平成 16 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～ 28 ページ
生 物	29 ページ～ 54 ページ
地 学	55 ページ～ 63 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ないでください。
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てください。
5. この冊子の余白の部分を計算、下書きに使用してください。
6. 退室の際には、解答用紙は記入の有無にかかわらず机上に置いておくこと。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てください。

# 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に解答すること。

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

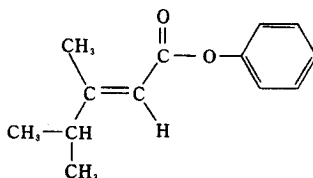
2. 解答はすべて所定の解答用紙に記入すること。

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, Na = 23.0

気体定数：R = 0.082 atm・l/(K・mol)

4. 構造式は下の例にならって解答しなさい。



1 次の文章を読んで、下の問い(問1～4)に答えなさい。

6種類の金属 Na, K, Zn, Fe, Ag, Cu が灯油の入った6個のびんに別々に入っている。ラベルが消えているために、どのびんに何が入っているのかわからない。そこで、金属に A～F の呼び名をつけて、次の実験(a)～(c)を行った。

- (a) B と D は水と激しく反応し、水素を発生しながら溶解した。他の金属は水と反応しなかった。同じ質量の B と D から発生する水素の体積を、一定圧力・温度のもとで比較したところ、D の方が大きかった。
- (b) B と D 以外の金属を希硫酸に入れたところ、A と E は水素を発生しながら溶解し、C と F は反応しなかった。A が溶解した後の水溶液は淡緑色であったが、E は無色透明であった。
- (c) C と F を硝酸に入れたところ、溶解した。溶解後の水溶液に NaCl 溶液を加えると、C の水溶液には変化が見られなかったが、F の水溶液には白い沈殿が観測された。

問 1 Li が水と反応して水素を発生するときの化学反応式を書きなさい。

問 2 あるアルカリ金属の原子量を  $M$  とする。質量  $m$  [g] のアルカリ金属が水と反応して、完全に溶解したときに発生する水素の体積  $V$  [l] を、 $M$ ,  $m$ , 圧力  $P$  [atm], 温度  $T$  [K], 気体定数  $R$  [atm · l / (K · mol)] で表しなさい。ただし、水素は理想気体としてふるまうものとする。計算過程も示しなさい。

問 3 金属 B と D の元素記号を書きなさい。その金属と判定した理由も述べなさい。

問 4 金属 A, C, E, F の元素記号を書きなさい。

2 次の文章を読み、下の問い(問1～5)に答えなさい。

雨水には大気中の二酸化炭素がとけているため、普通は弱い酸性であるが、これよりも酸性が強い雨が降ることがあり、これを酸性雨という。酸性雨の原因の①一つは、硫黄化合物の燃焼により発生する  である。 が空気中で酸化され、水に溶解して硫酸となるため強い酸性を示すことになる。硫酸は不揮発性であり、強い脱水作用をもつ。そのため、硫酸の濃度が増加すると雨に濡れた衣服が乾いたときに黒くなるなどの被害となる。これは、有機物中の酸素原子と水素原子を水分子として取り除く反応が起こるようになるからである。大理石は、硫酸と反応するとせっこうに変化する性質があり、このためヨーロッパでは大理石製の彫像など歴史遺産に大きな被害が出ている。また、鉄道レールなども腐食して危険な状態になっているところもある。酸性雨の中には硝酸が含まれることもある。これは燃焼中に窒素が酸化されてできる  が水にとけて生成するものである。

問1  ,  はいずれも常温・常圧で気体である。その物質名を書きなさい。

問2 下線部①に関して、普通の雨水に比べて酸性雨のpHにはどのような違いがあるかを書きなさい。

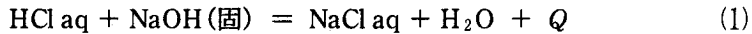
問3 ブドウ糖( $C_6H_{12}O_6$ )に濃硫酸をかけると、下線部②と同じ反応が起こり、黒いかたまりに変化する。この変化を化学反応式で書きなさい。

問4 大理石の主成分は炭酸カルシウムである。下線部③の反応を化学反応式で書きなさい。

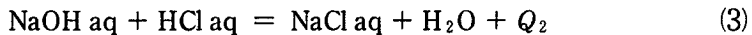
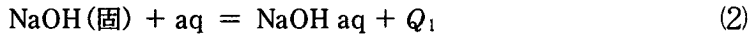
問5 下線部④における反応について考えるため、鉄を希硫酸に入れてみた。このときに起こる変化を化学反応式で書きなさい。

3 次の文章を読み、下の問い(問1～4)に答えなさい。

水酸化ナトリウム(固体)と塩酸から塩化ナトリウム水溶液を生じる反応の熱化学方程式は、反応熱を  $Q$  [kJ/mol] とすると



で表せる。この反応の過程は2つに分けることができ、それぞれの熱化学方程式は



で表せる。

問1  $Q_1$ 、 $Q_2$ はそれぞれ何熱と呼ばれるか答えなさい。

問2  $Q$ 、 $Q_1$ 、 $Q_2$ の関係を式で示しなさい。また、この式で表される熱量に関する法則を何というか答えなさい。

問3 2.0 gの水酸化ナトリウム(固体)を、398 gの水に溶かしたところ、水溶液の温度が1.3℃上昇した。発生した熱がすべて水溶液の温度上昇に使われたものとする、この時の発熱量はいくらか。また、 $Q_1$ がいくらになるか求めなさい。有効数字はいずれも2けたまでとし、計算過程も示しなさい。ただし、水溶液1.0 gの温度を1.0℃上げるのに必要な熱量は4.2 Jである。また、水酸化ナトリウム(固体)の温度上昇に使われる熱量は無視できるものとする。

問4 水酸化ナトリウムを0.10 mol含む水溶液500 gと、塩化水素を0.15 mol含む水溶液500 gを混合したところ、水溶液の温度が1.3℃上昇した。これより、式(1)の反応熱  $Q$  を有効数字2けたまで求めなさい。ただし、混合前の2つの水溶液の温度は等しいものとし、また水溶液1.0 gの温度を1.0℃上げるのに必要な熱量は4.2 Jである。計算過程も示しなさい。

4 次の文章を読み、下の問い(問1～4)に答えなさい。

27℃の室温下で、気体の出し入れができるコックつきの5.00 l ガラス容器を使って、次のような実験をした。最初に、真空容器に十分に冷えた氷だけを入れた。次にコックを開いて窒素ガスを導入し、コックを閉じた。その直後の容器中の気体の圧力は0.100 atmであった。ただし、窒素を導入してから圧力を測るまでに氷は融けず、氷の蒸気圧は無視できるとする。氷の体積は考えなくてよい。また、氷は導入した窒素の温度に影響しないとする。

その後、室温で圧力が一定になってから容器の中を観察し、容器中の気体の圧力を測定した。このような実験を、氷が少ない場合(問1)と多い場合(問2～4)について行った。ここで扱う気体はすべて理想気体とする。計算問題は有効数字2けたまで求めなさい。

問1 氷が少ない場合には、容器中には氷も液体の水もなかった。容器中の気体の圧力は0.133 atmに変わっていた。もとの氷は何gかを答えなさい。計算過程も示しなさい。

問2 氷が多い場合には、容器の底に液体の水があった。容器中の気体の圧力は0.135 atmに変わっていた。27℃の水の飽和蒸気圧は何atmかを答えなさい。計算過程も示しなさい。

問3 氷が多い場合の実験において、容器中の水蒸気の物質量は何molかを求めなさい。計算過程も示しなさい。

問4 氷が多い場合の実験が終わった後に、底にある液体の水を容器ごと長い時間よく振り混ぜてから、冷やして氷にした。すばやく気体を真空ポンプで取り除いてから、コックを閉じ、少し暖めて観察した。すると、次第に氷が液体の水になり、同時に液体中に泡が発生しはじめた。泡がなぜ発生したのか、60字以内で説明しなさい。

5 次の文章を読み、下の問い(問1～6)に答えなさい。

分子中にカルボキシル基をもつ化合物をカルボン酸という。鎖状の炭化水素の末端にカルボキシル基1個が結合したものは脂肪酸という。炭化水素基が単結合からなるものを  といい、二重結合や三重結合を含むものを  という。カルボキシル基が2個ある化合物は  という。他方、ベンゼン環の水素原子をカルボキシル基で置換した化合物は  と総称する。これらカルボン酸は水溶液中で弱い  を示す。

問1  ～  に適切な語句を書きなさい。

問2  と  を区別するための実験方法を1つあげ、40字以内で答えなさい。

問3 炭酸ナトリウムの水溶液にプロピオン酸を加えると、どのような反応が生じるかを化学反応式で示しなさい。

問4  の1種である安息香酸はトルエンからどのように合成されるか。用いる試薬を明記して40字以内で答えなさい。

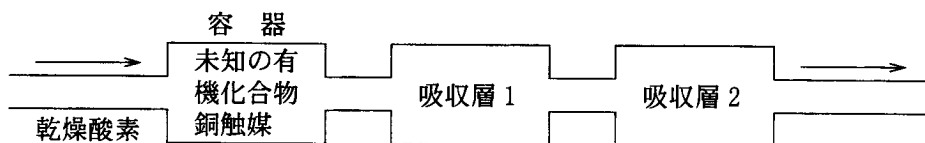
問5 酢酸エチルと無水酢酸は酢酸から導かれる。酢酸からの合成方法を、用いる試薬を明記してそれぞれ答えなさい。また、酢酸に比べ、酢酸エチルや無水酢酸が水に溶けにくい理由を述べなさい。それぞれ40字以内で答えなさい。

問6 アジピン酸を用いた高分子化合物の名称を1つあげ、その構造式を書きなさい。

- 6 以下の文章は、未知の有機化合物の構造決定方法について書かれたものである。次の文章を読み、下の問い(問1～5)に答えなさい。

モデル的にかいた下図のような装置において、容器に炭素、水素および酸素からなる未知の有機化合物を銅触媒とともに入れ、十分な量の乾燥した酸素を送りながら完全に燃焼させる。発生した気体を、吸収層1と吸収層2により捕捉する。吸収層1は水蒸気を完全に吸収させるために、**ア**が詰められており、また吸収層2には**イ**を完全に吸収させるためにソーダ石灰が詰められている。

この装置により、未知の有機化合物A 9.00 mgを完全に燃焼させた後、吸収層1と吸収層2の質量を測定したところ、それぞれ10.8 mgと19.8 mgの質量増加があった。またこの化合物Aの分子量を測定したところ、60であった。

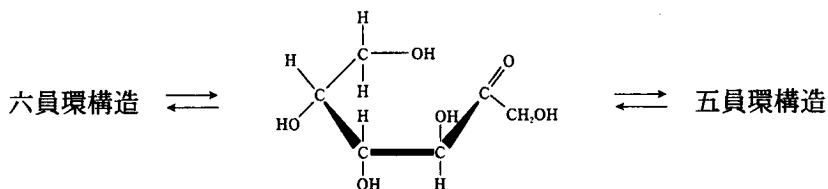


- 問1 上の文章中の**ア**，**イ**にあてはまるもっとも適切な語句を書きなさい。
- 問2 化合物A 9.00 mgに含まれる炭素、水素および酸素の質量はそれぞれ何mgになるか、有効数字2けたで答えなさい。また計算過程も示しなさい。
- 問3 この化合物Aの分子式を書きなさい。また計算過程も示しなさい。
- 問4 この分子式から推測される化合物の構造式を、すべて書きなさい。
- 問5 この化合物Aの酸化生成物である化合物Bは、銀鏡反応を示した。この化合物Aの名称と化合物Bの構造式を書きなさい。

7 次の文章を読み、下の問い(問1～5)に答えなさい。

グルコース(ブドウ糖)は天然に最も広く分布している単糖で、熟した果実やその他の植物組織に多量に存在するほか、ヒトの血液などにも含まれている。水溶液中では、一部鎖状構造を介して $\alpha$ -グルコースおよび $\beta$ -グルコースの立体異性体の平衡混合物として存在している。一方、単糖類で最も甘いフルクトース(果糖)は、水溶液中では、グルコース同様、一部は鎖状構造を介して立体異性体の平衡混合物として存在している。

問1 下図の鎖状構造式の書き方にならい、 $\beta$ -フルクトースの六員環と五員環の構造式を書いて平衡状態を完成させなさい。



問2 問1の鎖状構造のうち、還元作用を示す部分を線で囲みなさい。

問3 問2で囲んだ構造が還元作用を示すためには、アルデヒド基が露出する必要がある。線で囲んだ以外の部分をRに置換した構造式を使って平衡状態を書きなさい。

問4 スクロース(ショ糖)の水溶液は、そのままでは還元性を示さないが、還元性を示すようにするためにはどのような操作を行えばよいか、50字以内で説明しなさい。

問5 植物の主な貯蔵多糖デンプンの主成分の一つであるアミロース、細胞壁の主な構成成分であるセルロース、および動物の貯蔵多糖であるグリコゲン構成している単糖と、主要な結合様式(複数あるときは全て記載)、およびヨウ素ヨウ化カリウム試液との反応性の違い(色も含む)について、解答用紙の例にしたがい表を完成させなさい。