

平成 27 年度 入学者選抜学力検査問題

理 科

注 意 事 項

- 1 試験開始の合図があるまで、問題冊子及び解答用紙の中を見てはいけません。
- 2 出題科目、ページ及び解答用紙の枚数は、下表のとおりです。

出題科目	ページ	解答用紙枚数
物 理	1 ～ 12	4
化 学	13 ～ 22	5
生 物	23 ～ 34	5
地 学	35 ～ 44	5

- 3 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の枚数の過不足や汚れ等に気がついた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
- 4 試験開始後、すべての解答用紙に受験番号、志望学部及び氏名を記入してください。受験番号の記入欄はそれぞれ 2 箇所あります。
- 5 解答はすべて解答用紙の指定された解答欄に記入してください。
- 6 問題冊子の余白は適宜使用してください。
- 7 各問題の配点は 100 点満点としたときのものです。
- 8 試験終了後、問題冊子は持ち帰ってください。

化 学

必要であれば、次の値を用いなさい。

原子量：H = 1.0, C = 12.0, O = 16.0

気体定数： $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$

$\log_{10} 1.1 = 0.041$

0 °C を 273 K としなさい。

1 次の文章を読んで、後の問いに答えなさい。(配点 20)

酸化マンガン(IV)に濃塩酸を加えて加熱し、発生する塩素を捕集したい。

問 1 この反応の化学反応式を書きなさい。また、反応前後のマンガン原子と塩素原子の酸化数を書きなさい。複数の酸化数を持つ場合は、全部書きなさい。

問 2 捕集される気体は塩素だけではない。混入すると考えられる空気以外の2種類の気体を、化合物名で書きなさい。

問 3 2つの洗気びんを使って発生する気体から問2の混入物を除きたい。1番目の洗気びんに入れる液体と2番目の洗気びんに入れる液体の名称を書きなさい。

問 4 27 °C, $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ の条件下、実際に塩素を 300 mL の容器に集めた。ところが、空気が分圧で $1.80 \times 10^4 \text{ Pa}$ 混ざっていたことが後でわかった。塩素と空気を理想気体とみなして、得られた塩素の物質質量 [mol] を有効数字2桁で答えなさい。計算過程も示しなさい。

問 5 一般に塩素と塩化水素を簡単な実験や観察で区別する方法を2つ書きなさい。

2 次の文章を読んで、後の問いに答えなさい。(配点 20)

金属イオン Ag^+ 、 Ca^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Pb^{2+} 、 Zn^{2+} 、および Fe^{3+} を含む混合水溶液について、以下の操作を順に行った。

操作 1 混合水溶液に希塩酸を加えたところ、白色の沈殿 A が生じた。この沈殿をろ過して分離した。ろ液を水溶液 i とする。

操作 2 水溶液 i に硫化水素を通じた。生じた沈殿 B をろ過して分離した。ろ液を水溶液 ii とする。

操作 3 水溶液 ii を煮沸したのち、希硝酸を加えた。続いてアンモニア水を十分に加え、生じた沈殿 C をろ過して分離した。ろ液を水溶液 iii とする。

操作 4 沈殿 C を希塩酸に溶解し、 $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 水溶液を加えたところ、濃青色の沈殿が生じた。

操作 5 水溶液 iii に硫化水素を通じると、白色の沈殿 D が生じた。この沈殿をろ過して分離した。ろ液を水溶液 iv とする。

操作 6 水溶液 iv に炭酸アンモニウム水溶液を加え、生じた沈殿 E をろ過して分離した。

問 1 沈殿 A には 2 種類の金属イオンが含まれている。これらの金属イオンを分離する方法を 2 つ書きなさい。また、分離できる理由も書きなさい。

問 2 次の文章は、操作 2 と操作 5 において、沈殿 B と沈殿 D がそれぞれ生成したことを説明したものである。ア ～ ウ にあてはまる適切な語句を答えなさい。

水溶液中において、2 価の弱酸である硫化水素は 2 段階で電離する。2 段階目の電離定数は非常に小さいため、塩酸酸性下においては、アの濃度は極めて小さい。しかし、沈殿 B のイは、沈殿 D のイよりも小さいため、沈殿 B が生じやすい。すなわち、塩酸酸性下において、アの濃度は沈殿 B が生成するには十分であったが、沈殿 D が生成するには不足していた。一方、塩基性においては、アの濃度がウ になり、沈殿 D が生成した。

問 3 操作 3 で水溶液 ii を煮沸した理由を答えなさい。

問 4 操作 3 で希硝酸を加えた理由を答えなさい。

問 5 沈殿 C と沈殿 D に含まれる金属イオンは、下線部の溶液の代わりに、過剰の水酸化ナトリウム水溶液を加えて分離することもできる。過剰の水酸化ナトリウム水溶液を加えたとき、新たに生成するイオンの化学式を書きなさい。

問 6 沈殿 B ～ E の化学式を書きなさい。

3 次の文章を読んで、後の問いに答えなさい。(配点 20)

塩化アンモニウムと水酸化カルシウムを反応させて気体を発生させ、乾燥剤を用いて乾燥させた。この気体を丸底フラスコに満たして、次ページの図のような装置を組み立てた。丸底フラスコには水の入ったゴム球がつながっている。また、三角フラスコには水が入っていて丸底フラスコとガラス管でつながっている。ゴム球から少量の水を丸底フラスコ内に注入すると、三角フラスコの水がガラス管から噴水のように出てきた。

問 1 下線部①の化学反応式を書きなさい。また、この気体の名称を書きなさい。

問 2 次の(ア)~(ウ)の中から、下線部②の乾燥剤として適さない 2 つの物質の記号を答え、その理由をそれぞれ簡潔に書きなさい。

(ア) 酸化カルシウム (イ) 硫酸バリウム (ウ) 濃硫酸

問 3 なぜ三角フラスコ内の水が噴水のように出てきたのか、説明しなさい。

問 4 もし噴水の途中で、図の矢印のようにゴム栓だけを下にずらし、三角フラスコの点線の位置に栓をすると、噴き出る水の量はどうか。次の(ア)~(ウ)の中から選び記号で答えなさい。

(ア) 増える (イ) 減る (ウ) 変わらない

問 5 問 4 の解答の理由を説明しなさい。

問 6 最初の三角フラスコの水には BTB(プロモチモールブルー) 溶液を数滴加えていた。最終的に丸底フラスコ内の液の色はどのようになったか、答えなさい。

問 7 丸底フラスコの容量は 500 mL であった。気体がすべて溶けて 500 mL の水溶液になったと仮定して、丸底フラスコ内の溶液の最終的な pH を整数で答えなさい。計算過程も示しなさい。ただし、この気体 1 mol の体積は 22 L とする。また、この気体の水溶液中での電離定数は 1.8×10^{-5} mol/L であり、電離度は 1 に比べて十分小さいとする。水のイオン積は $1.0 \times 10^{-14}(\text{mol/L})^2$ とする。

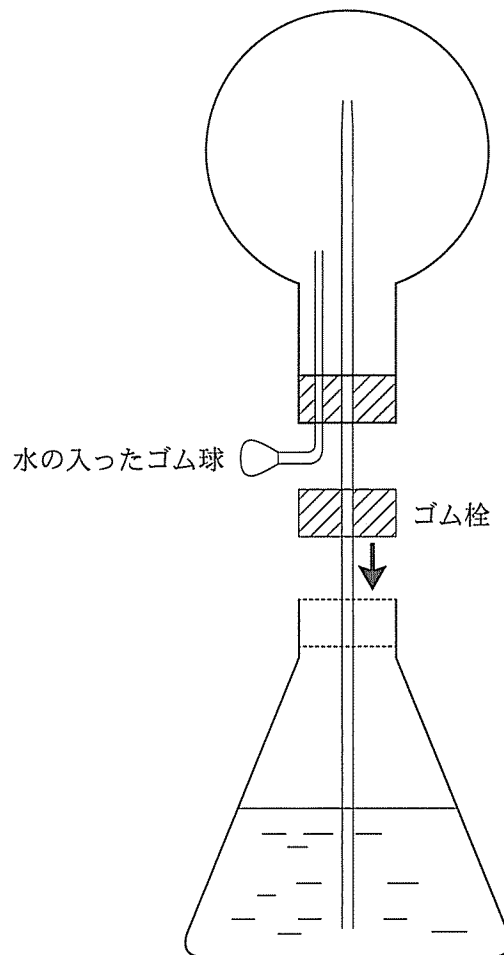


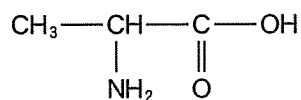
図 組み立てた装置

4 次の文章を読んで、後の問いに答えなさい。(配点 20)

有機化合物には、分子式が同じでも構造や性質の異なる異性体が存在する。分子式が C_3H_8O である化合物では、アルコール A、B とエーテル C が存在する。アルコール A を酸化すると化合物 D を生じる。一方、アルコール B を酸化すると、化合物 E を経て化合物 F を生じる。化合物 D と E について銀鏡反応を行ったところ、化合物 D は陰性、化合物 E は陽性を示した。

問 1 A、B、C、D、E、F の構造式を、例にならって示しなさい。

例



問 2 次の実験方法(ア)~(エ)において、アルコール A とエーテル C のうち、どちらか一方のみが反応する実験が 1 つある。その実験方法を選び、記号で答えなさい。また、どちらがどのように反応するのか、説明しなさい。

- (ア) ナトリウムを加える。
- (イ) 炭酸ナトリウム水溶液を加える。
- (ウ) 臭素を加える。
- (エ) フェーリング液を加える。

問 3 アルコール B とエーテル C の沸点について述べた次の(ア)~(オ)について、正しいものを 1 つ選び、記号で答えなさい。

(ア) エーテルは揮発性が高いので、エーテル C の方が沸点は高い。

(イ) アルコール B に比べ、エーテル C は極性が小さいので、沸点は高い。

(ウ) アルコール B にはヒドロキシ基があり、分子間で水素結合があるため、沸点が高い。

(エ) アルコール B は酸化されやすいので、沸点が高い。

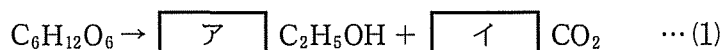
(オ) 分子量が同じなので、沸点は等しい。

問 4 化合物 E が銀鏡反応に陽性ということは、化合物 E のどのような性質によるものか、答えなさい。

問 5 化合物 F に炭酸水素ナトリウム水溶液を加えたときに起こる反応の化学反応式を、構造式または示性式を用いて示しなさい。

5 次の文章を読んで、後の問いに答えなさい。(配点 20)

バイオエタノールとは、植物由来の糖類を原料として酵母にアルコール発酵をさせ、蒸留を経て生産されるエタノールのことであり、ガソリンの代替燃料として注目されている。例えば、グルコースを原料としてエタノールを発酵生産する場合の化学反応式は(1)式で表される。



バイオエタノールは主にブラジルとアメリカ合衆国で大量に生産されている。ブラジルでは一般にサトウキビの搾り汁しぼを原料にして生産されており、搾り汁しぼに含まれる二糖類(マルトースやスクロース)および単糖類(グルコースやフルクトース)を酵母がエタノールに変換する。他方、アメリカ合衆国ではトウモロコシなどから得られるデンプンを原料にしてエタノールが生産されている。ただし、酵母はデンプンを分解する能力を持たないため、酵素を用いてデンプンを二糖類や単糖類にまで加水分解したものを酵母に与えている。

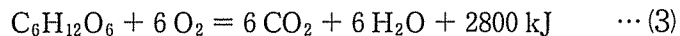
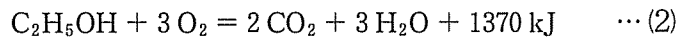
問 1 (1)式の $\boxed{\text{ア}}$ と $\boxed{\text{イ}}$ にあてはまる適切な数値を答えなさい。

問 2 デンプンの分子式を答えなさい。

問 3 デンプンをマルトースにまで加水分解する酵素の名前を1つ答えなさい。また、マルトースを加水分解してグルコースに変える酵素の名前を1つ答えなさい。

問 4 質量パーセントでデンプンを27%含むトウモロコシ300kgから、理論的に発酵生産できるエタノールの質量[kg]を有効数字2桁で答えなさい。計算過程も示しなさい。

問 5 エタノールおよびグルコースが燃焼するときの熱化学方程式をそれぞれ(2)式および(3)式とする。



(1)式で示されるエタノール発酵において、1 mol のグルコースを原料として用いた場合の反応熱を有効数字 2 桁で答えなさい。計算過程も示しなさい。また、(1)式で表される反応は発熱反応か吸熱反応か、解答欄の適切な語句を○で囲みなさい。

