

滋賀医科大学

平成 27 年度

医学科一般入試(前期日程)問題

理 科

物 理	1 ページ～ 5 ページ
化 学	7 ページ～12ページ
生 物	13ページ～22ページ

(注 意)

1. 問題冊子は試験開始の合図があるまで開かないこと。
2. 問題冊子は表紙のほか 22 ページである。
3. 試験中に問題冊子及び解答用紙の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせること。
4. 問題は物理、化学、生物のうち 2 科目を選択し、選択した科目の解答用紙のすべてに受験番号及び氏名をはっきり記入すること。
5. 解答はすべて解答用紙の所定の解答欄に明瞭に記入すること。
6. 解答に関係のないことを書いた答案は、無効にすることがある。
7. 選択しない科目の解答用紙は、試験開始 120 分後に監督者が回収するので、大きく×印をして机の左側に置くこと。
8. 本学受験票を机の右上に出しておくこと。
9. 試験時間は 150 分である。
10. 問題冊子は持ち帰ってもよいが、解答用紙は持ち帰らないこと。

化 学 (3 問題)

I 次の文章を読み、問 1 ～ 8 に答えよ。(配点 33)

すべての気体は、理想気体としてふるまうものとする。また、必要があれば図 1 を用い、数値は有効数字 2 桁で記せ。

混合気体の全圧は、その成分気体の分圧の和に等しい。高温・高圧に耐えるピストン付きの密閉容器に、水 4.5 g、水素 1.0 g、窒素 2.8 g を入れ、容器内の温度を 60 °C、圧力を 1.0×10^5 Pa とした。¹ この温度に保ちながら、ピストンを動かして容器内の体積を減少させた後、時間がたつと気液平衡²に達した。一方、この温度で、ピストンをゆっくりと動かして、あるところまで体積を増加させると、水はすべて蒸発したが、その間、沸騰³が起こることはなかった。

同様のピストン付きの密閉容器に水素 1.0 g と窒素 2.8 g を入れ、高温・高圧で一定に保つことで水素と窒素が反応してアンモニアが生成した。このとき、平衡状態に達するまでに、容器内の体積は反応前の 90 % に減少した。⁴

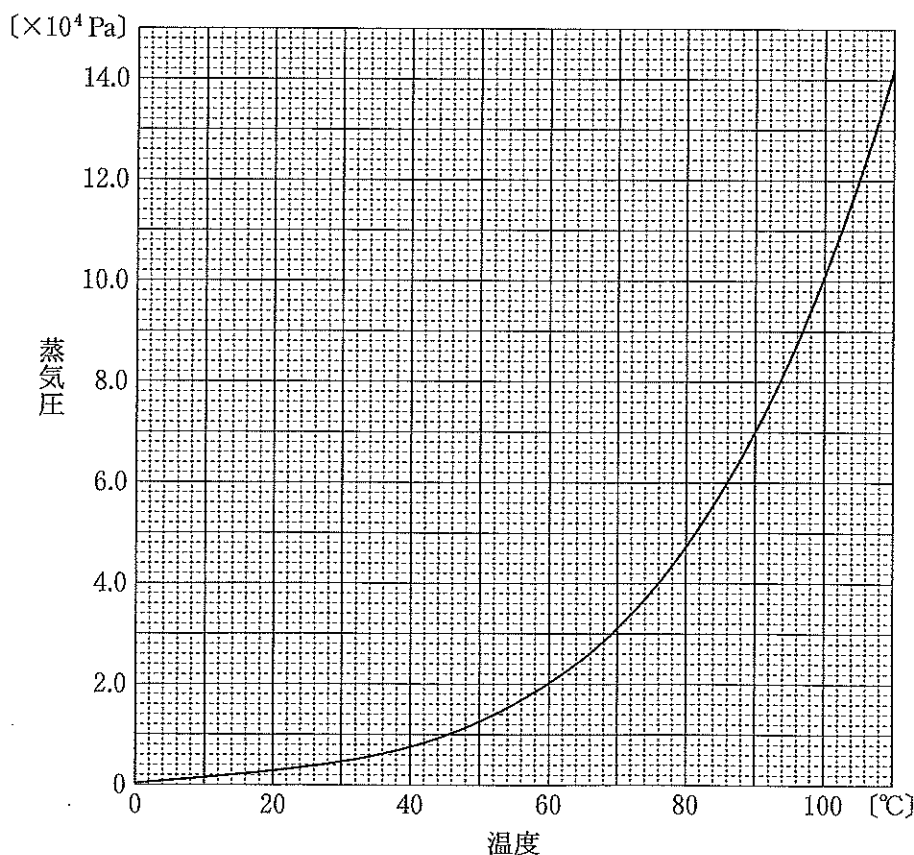


図 1 水の蒸気圧曲線

問 1 下線 1 について、このときの液体の水の質量はいくらか。ただし、この条件下では水素と窒素は反応しないものとし、水素と窒素の水への溶解は無視できるものとする。

問 2 下線 1 の状態から体積を変化させずに温度を 86°C にしたとき、液体の水は存在するか。その解答を得るに至った過程も示せ。

問 3 下線 2 について、気液平衡の平衡とはどのような状態か述べよ。

問 4 下線 3 について、この理由を説明せよ。

問 5 下線 4 について、生成したアンモニアの質量はいくらか。

問 6 下線 4 について、ピストン付き容器内に四酸化三鉄を主成分とした触媒を加えて反応させた場合、ピストンはどのように移動するか。触媒を加えていない場合と比較して述べよ。ただし、触媒の体積は無視できるものとする。

問 7 $\text{H}-\text{H}$ の結合エネルギーを 436 kJ/mol 、 $\text{N}\equiv\text{N}$ の結合エネルギーを 945 kJ/mol 、 $\text{N}-\text{H}$ の結合エネルギーを 390 kJ/mol とするとき、アンモニアの生成熱を表す熱化学方程式を書け。

問 8 どのようにすれば、水素と窒素とアンモニアの混合気体からアンモニアを得ることができるか。その方法をアンモニアの性質とともに 2 つあげよ。

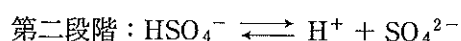
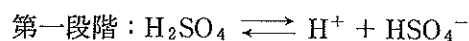
Ⅱ 次の文章を読み、問1～5に答えよ。数値は有効数字2桁で記せ。(配点35)

硫黄は、周期表16族に属する元素である。その単体には、斜方硫黄、単斜硫黄、ゴム状硫黄などの ① が存在する。硫黄は、空气中で点火すると炎をあげて燃え、二酸化硫黄を生じる。二酸化硫黄は硫酸の製造に用いられる。まず、酸化バナジウム(V)を触媒として、二酸化硫黄を酸素と反応させて三酸化硫黄をつくる。これを濃硫酸に吸収させて ② とし、希硫酸で薄めて濃硫酸にする。この工業的製法を ③ という。硫酸は、その性質が濃度や温度によって異なるため、いろいろな化学反応や化合物の合成に利用されている。

問1 文中の ① ～ ③ に、適切な語句や物質名を入れよ。

問2 硫黄原子の原子番号と電子配置を、例にならって記せ。(例) ${}_6\text{C} : \text{K}2, \text{L}4$

問3 硫酸は2価の酸で、水溶液中では、次のように二段階に電離している。



第一段階の電離は完全に進み、第二段階の電離定数は、 25°C で、 $1.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ として、次の(1)、(2)に答えよ。

(1) 25°C で、 $\text{pH} 2.0$ の硫酸水溶液のモル濃度はいくらか。

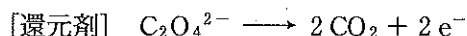
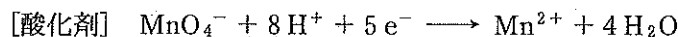
(2) (1)の硫酸水溶液に、ある量の硫酸ナトリウムを溶かした水溶液の pH は、もとの硫酸水溶液の pH の値と同じか、あるいは大きいのか、小さいか。理由とともに述べよ。ただし、水溶液の体積は、硫酸ナトリウムを溶かしても変化しないものとする。

問4 (1) 希硫酸、(2) 熱濃硫酸のそれぞれに銅片を入れたとき、どのような反応が起こるか、化学反応式を書け。反応が起こらない場合には「反応しない」と書け。

問 5 チオ硫酸ナトリウム($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$)の水溶液は、酸化還元滴定によく用いられる。この場合、チオ硫酸ナトリウム水溶液の正確な濃度を決めておくことが必須である。そのためにはまず、シュウ酸ナトリウムを標準物質として、過マンガン酸カリウム水溶液の正確な濃度を求める。ついで、過マンガン酸カリウムと過剰な量のヨウ化カリウムとの反応で過マンガン酸カリウム量に相当するヨウ素を生成させ、生成したヨウ素をチオ硫酸ナトリウム水溶液で滴定すればよい。

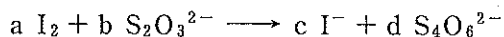
【実験 1】 シュウ酸ナトリウム($\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$, 式量 134) 2.01 g に水を加えて溶かし、さらに水を加えて全量を正確に 200 mL とする。

【実験 2】 実験 1 でつくったシュウ酸ナトリウム水溶液から 10.0 mL を正確にコニカルビーカーにとり、水約 20 mL を加え、さらに 3 mol/L 硫酸 5 mL を加える。これを約 70 °C に温めた後、過マンガン酸カリウム水溶液をビュレットから滴下する。ここで酸化剤および還元剤のはたらきを、電子 e^- を用いたイオン反応式で表す。



【実験 3】 実験 2 の過マンガン酸カリウム水溶液 10.0 mL を正確に別のコニカルビーカーにとり、3 mol/L 硫酸 5 mL を加え、さらに、1 mol/L ヨウ化カリウム水溶液 10 mL を加える。

【実験 4】 実験 3 の反応水溶液に水約 20 mL を加えた後、チオ硫酸ナトリウム水溶液をビュレットから滴下する。ここでは、次の反応が起こる。ただし、 $a \sim d$ は係数である。



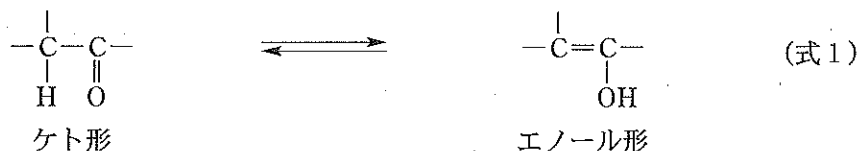
滴定の終点を判定するのに、ヨウ素デンプン反応を利用する。

次の(ア)～(ク)に答えよ。

- (ア) 過マンガン酸カリウム水溶液を保存する場合、留意することを理由とともに述べよ。
- (イ) 実験 2 の下線 1 の操作に最も適切なガラス器具を 1 つあげよ。
- (ウ) 実験 2 における滴定の終点は、どのように判定されるか。
- (エ) 実験 2 では、過マンガン酸カリウム水溶液の滴下量が 12.0 mL のところで終点に達した。過マンガン酸カリウム水溶液のモル濃度はいくらか。
- (オ) 実験 2 において、硫酸のかわりに塩酸あるいは硝酸を用いることができるか。それぞれ、理由とともに述べよ。
- (カ) 実験 3 で起こる反応を、イオン反応式で表せ。
- (キ) 下線 2 のヨウ素デンプン反応で呈色するのはなぜか。
- (ク) 実験 4 では、チオ硫酸ナトリウム水溶液の滴下量が 12.5 mL のところで終点に達した。チオ硫酸ナトリウム水溶液のモル濃度はいくらかと決定されるか。

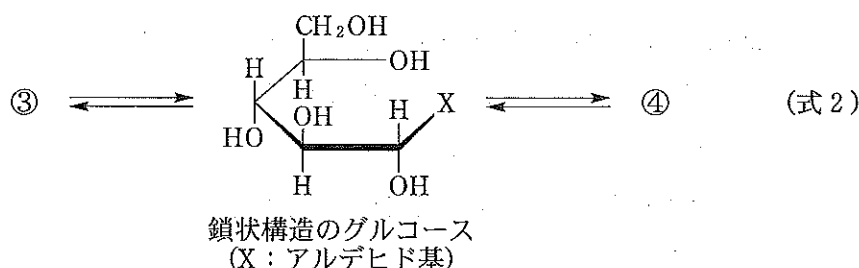
Ⅲ 次の文章(i)と(ii)を読み、問1～7に答えよ。(配点32)

- (i) 一般に、カルボニル化合物にはケト形とエノール形の構造異性体があり、それらは互いに平衡関係にある(式1)。ただし、ベンズアルデヒドのようにカルボニル基が結合した炭素原子に水素原子がないため、エノール形になりえないものもある。



アセチレンに水が付加すると ① が生成するが、これがすぐに ② に変化するのはエノール形が不安定なためである。

グルコースにはアルデヒド基のない ③ と ④ とともに、アルデヒド基をもつ鎖状構造のグルコースがあり、水溶液中ではこれら3種の異性体が平衡状態にある(式2)。そのため、グルコース水溶液は ⑤ 性を示し、フェーリング液を加えて加熱すると、⑥ 色の ⑦ が沈殿する。



デンプンの成分には、多数の ③ が直鎖状につながった ⑧ と、枝分かれ構造を含む ⑨ がある。

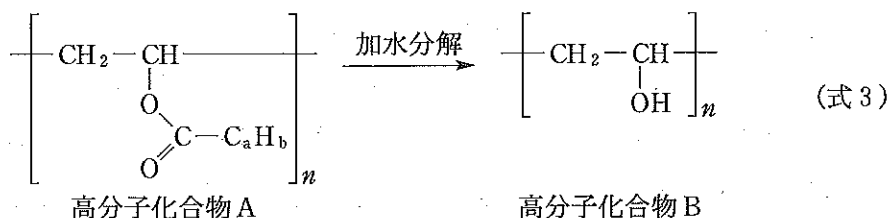
問1 文中の ① ～ ⑨ に、化合物名あるいは適切な語句を入れよ。

問2 ベンズアルデヒドは酸化されると安息香酸になる。ベンズアルデヒドの構造式を書け。

問3 下線1の条件を満たす化合物のうち、酸素原子の数が1つで、炭素原子の数ができるだけ少ない化合物の構造式を1つ書け。ただし、炭素、水素、酸素以外の元素は含まないとする。

問4 文中の ③ の構造式を書け。

(ii) 環状構造をもたない炭化水素基 $-C_aH_b$ を有する高分子化合物 A を完全に加水分解すると、高分子化合物 B が得られる(式 3)。このとき、高分子化合物 B とともに化合物 C が生成する。また、触媒の存在下で化合物 C 1 mol には水素 1 mol だけを付加することができ、化合物 D が生成する。



問 5 a と b はどのような関係にあるか。式で表せ。

問 6 n が非常に大きな高分子化合物 A が 50.0 % 加水分解されたとき、それに含まれる酸素の質量百分率は 28.2 % であった。a と b の値を求めよ。

問 7 問 6 で求めた a と b の値で決まる化合物 C と化合物 D について、次の(1)~(3)に答えよ。
ただし、光学異性体(鏡像異性体)は区別しない。

- (1) 化合物 D として可能性のある異性体の構造式をすべて書け。
- (2) 化合物 C として可能性のある異性体はいくつあるか。
- (3) 化合物 C として可能性のある異性体の中には、水素が付加すると不斉炭素原子が新た
に生じるものがある。そのような化合物 C の構造式をすべて書け。