

名古屋市立大学

平成 27 年度・入学試験問題

理 科 (前)

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはいけません。
2. この冊子は 43 ページあります。
3. 試験開始後、落丁・乱丁・印刷不鮮明の箇所があったら申し出なさい。
4. 解答はすべて解答用紙に、それぞれの問題の指示にしたがって記入しなさい。
5. この冊子のどのページも切り離してはいけません。ただし、余白等は適宜利用してかまいません。
6. 試験終了後、問題冊子は持ち帰りなさい。
7. 受験科目選択上の注意(重要)

「物理」、 「化学」、 「生物」のうち 2 科目を選択して解答しなさい。

選択しなかった科目の解答用紙は試験開始後、90 分で回収します。それ以後は選択の変更は認めません。

全科目の解答用紙 5 枚ともに受験番号を記入しなさい。

平成27年度個別学力検査

医学部 前期日程
理 科 問 題

名古屋市立大学 入試広報課 052-853-8020

許可なしに転載、複製
することを禁じます。

◇M9(863—59)

問 題 訂 正

科 目 名 : 化学

<訂正> 化学問題4 21ページ 下から8行目

(誤) … 触媒である か としての働きも …

(正) … 触媒としての働きも …

<訂正> 化学問題4 22ページ 上から1行目

(誤) 問1. 文中の空欄 あ ～ か に…(正) 問1. 文中の空欄 あ ～ お に…

<訂正> 理科 (前) 化学解答用紙 化学問題4

(誤)

化学問題4	問1	あ	い	う
		か	問2	問3
	問4			

(正)

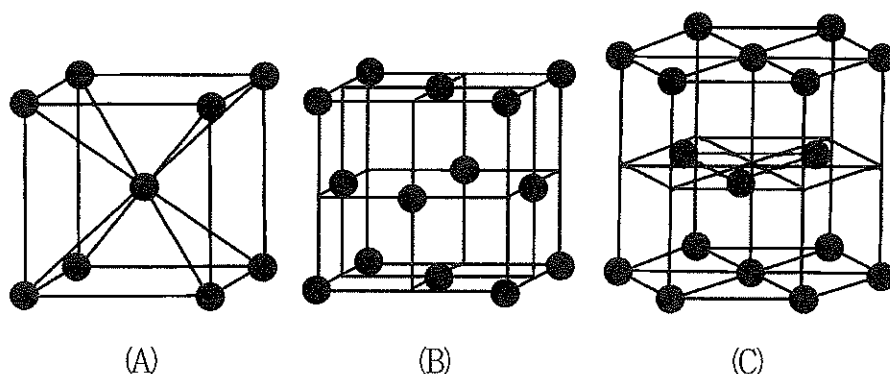
化学問題4	問1	あ	い	う
		か	問2	問3
	問4			

化 学

化学問題 1

次の文章(1)、(2)を読み、以下の問1～問4に答えよ。ただし、鉄の原子量は55.9、アボガドロ定数は $6.02 \times 10^{23} / \text{mol}$ とする。必要なら、 $\sqrt{2} = 1.41$ 、 $\sqrt{3} = 1.73$ の数値を用いよ。有効数字は3桁とする。

- (1) 金属の主要な結晶構造としては、下図に示されている(A)体心立方格子、(B)面心立方格子と(C) あ(語句) の3種類がある。この図では、単位格子中の原子の位置が示されており、(C)の図では単位格子3個分が示されている。単位格子に含まれる原子の数は、(A)では2個、(B)では い(数値) 個、(C)では2個である。(A)の構造では、1つの原子に最も近いところに存在する他の原子が8個あり、この原子の数のことを う(語句) とよぶ。(B)と(C)の結晶格子の う はそれぞれ え(数値) と お(数値) である。



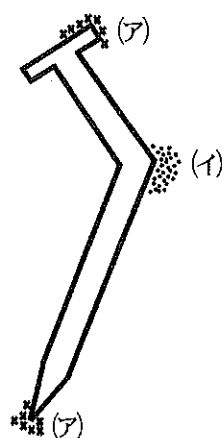
原子を互いに接する球としたときに、その球が空間に占める体積の割合を充填率という。鉄は、1気圧で、室温では体心立方格子構造をしているが、加熱すると911℃で面心立方格子構造に変化することが知られている。この構造変化の過程で、充填率は、か(数値) 倍に変化する。体心立方格子構造の鉄と面心立

方格子構造の鉄のように、同じ元素からなる単体で性質が異なるものどうしを、
き(語句) という。

問 1. あ ~ き に括弧内の指示にしたがい、適当な語句、または
数値を入れて文章を完成させよ。

問 2. 結晶中で、金属原子は球形と仮定し、他の原子と接しているとする、
25℃で体心立方格子構造にある鉄の①原子半径(nm)と、②密度(g/cm³)は
いくらか。25℃における体心立方格子構造にある鉄の格子定数はa(nm)と
して、数式で答えよ。

- (2) さびが生じるときの化学反応を観察する実験を行なった。適量の塩化ナトリウムとフェノールフタレイン溶液とヘキサシアニド鉄(Ⅲ)酸カリウム(別名：ヘキサシアノ鉄(Ⅲ)酸カリウム)水溶液を加えて作成した寒天の上に、さびのないきれいな鉄くぎを置いた。しばらくすると下図に示すように、くぎの周りに青色の部分(ア)と薄い赤色の部分(イ)が現れた。



(ア)の部分では、く(イオン反応式)で表される反応が起こり、鉄が溶けてけ(語句)となり、これが、ヘキサシアニド鉄(Ⅲ)酸イオンと反応し、青色を呈したと考えられる。さらに、この反応で生成した電子がくぎの中を移動し、(イ)の部分で、こ(イオン反応式)で表される反応によりさ(語句)が生成し、フェノールフタレインが赤くなったと考えられる。

また亜鉛メッキされた鉄くぎをサンドペーパーでこすって実験に用いたところ、メッキが充分にはがれていなかったために、一つの色の発色しか観察されなかった。

問 3. く ~ さ に括弧内の指示にしたがい、適当な語句、またはイオン反応式を入れて文章を完成させよ。

問 4. 下線部において、もう一方の色が観察できなかった理由を簡潔に説明せよ。

草 稿 用 紙

化学問題 2

次の文章を読み、以下の問1～問4に答えよ。ただし、実験に用いたビーカーA～Fの形状は、すべて同じものであるとする。また、過飽和現象は起こらず、密閉容器内にある水蒸気の量は無視できるものとする。原子量は $H = 1.00$, $C = 12.0$, $O = 16.0$, $Na = 23.0$, $S = 32.1$, $Cu = 63.5$ とし、硫酸ナトリウム(無水)の溶解度(水100 gに溶ける溶質の質量[g])は、 20°C で19.0、 40°C で40.0とする。有効数字は3桁とする。

ビーカーA, B, Cに、それぞれ硫酸銅(Ⅱ)五水和物5.00 g, 硫酸ナトリウム^(ア)(無水)2.56 g, スクロース(ショ糖)13.7 gを入れ、水を100 gずつ加えて3種類の水溶液を調製したところ、どのビーカーにも溶け残りはなかった。

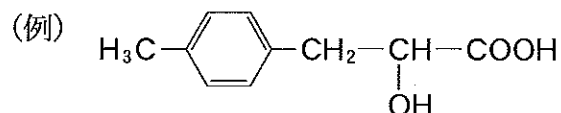
ビーカーD, E, Fに、それぞれ硫酸ナトリウム(無水)5.00 g, 20.0 g, 35.0 gを入れ、水を100 gずつ加えて 40°C で水溶液を調製した。その後、 20°C に放置したところ、ビーカーE, Fでは、硫酸ナトリウムが十水和物として析出し、平衡^(イ)に到達した。

様々な濃度の硫酸ナトリウム水溶液の飽和蒸気圧を測定したところ、硫酸ナトリウムの濃度が高いほど、飽和蒸気圧は低かった。次に、ひとつの密閉容器内にビーカーD, E, Fを置き、長時間 20°C に保ったところ、各ビーカーの液面の高さは^(ウ)徐々に変化したのち、それぞれ異なる高さで変化が止まった。

- 問 1. 下線部(ア)において、調製した直後のビーカー A の硫酸銅(Ⅱ)水溶液の濃度を質量モル濃度(mol/kg)で求めよ。
- 問 2. ビーカー A, B, C のうち、下線部(ア)で調製した直後の水溶液の沸点が最も高いものを記号で答えよ。
- 問 3. 下線部(イ)において、ビーカー E の中に析出した硫酸ナトリウム十水和物の質量(g)を答えよ。
- 問 4. 下線部(ウ)において、水溶液を調製した直後と比較して、重さが最も減少したのはどのビーカーか、①記号で答え、②その理由を「飽和蒸気圧」という語を使って説明せよ。

化学問題 3

次の実験 1 ～実験 5 に関する文章を読み、以下の問 1 ～問 9 に答えよ。ただし、原子量は $H = 1.00$, $C = 12.0$, $O = 16.0$ とする。ベンゼンのモル凝固点降下は $5.12 \text{ K} \cdot \text{kg/mol}$ である。構造式は下記の例にならって記せ。



実験 1 化合物 A は炭素、水素、酸素のみからなり、ベンゼン環をもつ有機化合物である。12.50 mg の化合物 A を完全燃焼させた。発生した気体をはじめ^①に塩化カルシウム管に、次いでソーダ石灰管に通じて、すべて吸収させた。塩化カルシウム管は 8.10 mg, ソーダ石灰管は 30.80 mg 質量が増加した。

実験 2 $9.76 \times 10^{-2} \text{ g}$ の化合物 A をベンゼン 50.0 g に溶解させたところ、 $4.00 \times 10^{-2} \text{ K}$ の凝固点降下が観測された。

実験 3 化合物 A に水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱したところ、けん化反応が起こった。完全に反応させ、放冷したのち、ジエチルエーテルを加えて^②よく振り混ぜ、水層とジエチルエーテル層を分離した。ジエチルエーテル層からは化合物 B が得られた。一方、水層に希塩酸を加えたところ、化合物 C が得られた。

実験 4 化合物 B の分子式は $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ であった。化合物 B をヨウ素および水酸化ナ^③トリウムを含む水溶液^④に加えたところ、黄色を呈した。

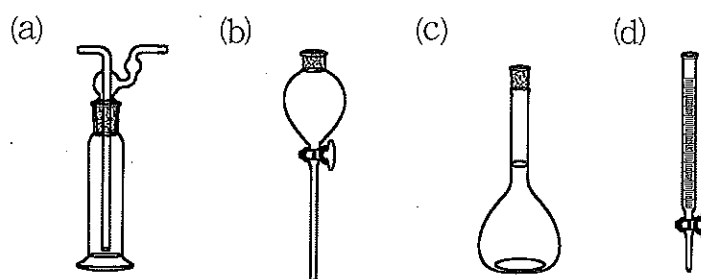
実験 5 化合物 C を加熱したところ、分子内で脱水反応が起こり、化合物 D が生成した。化合物 D は、触媒を用いてナフタレンを高温で酸化しても得られなかった。

問 1. 下線部①で、(ア)塩化カルシウム管および(イ)ソーダ石灰管に吸収された気体の分子式をそれぞれ答えよ。

問 2. 化合物 A の組成式を求めよ。

問 3. 化合物 A の分子量および分子式を答えよ。

問 4. 下線部②の操作を行う際に用いるガラス器具として、以下の(a)~(d)の中から最も適切なものを1つ選び、記号で答えよ。



問 5. 下線部③に当てはまる分子の構造式をすべて示せ。また、その中で化合物 B に当てはまる構造式を○で囲め。

問 6. 下線部④の溶液に、アセトアルデヒドを加えたところ、同様に黄色を呈した。このときの反応式を示せ。

問 7. 化合物 C が示す反応を以下の(a)~(d)から1つ選び、記号で答えよ。

- (a) 炭酸水素ナトリウム水溶液によって気体が発生する。
- (b) フェーリング液によって赤色の沈殿が生成する。
- (c) 塩化鉄(III)水溶液によって青紫色を呈する。
- (d) アンモニア性硝酸銀水溶液によって銀鏡ができる。

問 8. 化合物 D の名称を答えよ。

問 9. 化合物 A の構造式を答えよ。

化学問題 4

次の文章を読み、問1～問7に答えよ。必要であれば、次の値を用いよ。

原子量：H = 1.0, N = 14, 気体定数 $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$

タンパク質および多糖類は、それぞれ、多数のアミノ酸および単糖類が 重合した構造を持つ鎖状の高分子化合物である。いずれも、繊維として古くから知られている点で共通しており、我々は生活のいろいろな場面でこれらを利用している。動物繊維である羊毛はタンパク質でできているのに対し、植物繊維である木綿の^①主成分は、 という多糖類である。

天然のタンパク質を構成するアミノ酸は約20種であり、このうち、動物が体内で十分に合成できず食物から取り入れる必要があるアミノ酸を アミノ酸という。アミノ酸は、分子内に酸性の 基と塩基性の 基をもつ両性化合物である。複数のアミノ酸がペプチド結合によってつながったものをペプチドといい、このうち、アミノ酸2分子からなるものをジペプチド、3分子からなるものをトリペプチド、^②多数のアミノ酸からなるものをポリペプチドという。

鎖状の2価カルボン酸であるアジピン酸と鎖状のジアミンであるヘキサメチレンジアミン^③を原料として合成した高分子化合物は、絹の特徴を人工的に再現することを目的として開発された繊維である。

生体内における様々な化学反応の触媒である としての働きも、タンパク質の重要な役割である。タンパク質が機能を発揮するためには、適切な立体構造をもっている必要がある。ペプチド結合のC=Oの酸素原子とN-Hの水素原子間で水素結合が形成されることにより、^④さまざまなタンパク質で普遍的にみられる二次構造とよばれる特徴的な構造が形成される。さらに、二次構造が折りたたまれて、各タンパク質固有の立体構造が形成される。タンパク質の機能は、このような立体構造に依存するため、立体構造が保たれなくなると、そのタンパク質が本来持っている機能を発揮できなくなる。^⑤

問 1. 文中の空欄 あ ～ か に最も適切な語句を記入せよ。

問 2. 下線部①に関して、動物繊維および植物繊維の性質を述べた次の文のうち、正しいものを 2つ選んで、記号で答えよ。

ア) 動物繊維は酸に弱く塩基に強いが、植物繊維は酸に強く塩基に弱い。

イ) 動物繊維は酸にも塩基にも強いが、植物繊維は酸にも塩基にも弱い。

ウ) 動物繊維の主成分は、ヨウ素ヨウ化カリウム水溶液の呈色反応で検出される。

エ) 植物繊維の主成分は、熱水やほとんどの有機溶媒に溶けない。

オ) 植物繊維の主成分を、水酸化銅(Ⅱ)の濃アンモニア水溶液に溶かすと、粘度の大きなコロイド溶液になる。

問 3. 下線部②に関して、次の問いに答えよ。

1) トリペプチドとジペプチドを見分けることができる呈色反応の名称を答えよ。

2) あるトリペプチドを分解したところ、グリシンとアラニンの2種類のアミノ酸が得られた。もとのトリペプチドとして考えられる構造異性体は何種類あるか。

問 4. 下線部③について、高分子化合物の合成反応を反応式で書け。

問 5. 下線部④について、代表的な基本構造を 2つ答えよ。

問 6. 下線部⑤に関して、次の問いに答えよ。

1) このような現象を何というか、漢字で答えよ。

2) このような現象は、強酸や強塩基など、いくつかの外的要因により起こる。このような現象を引き起こす要因を、強酸と強塩基の他に 2つ答えよ。

問 7. あるポリペプチド 1.00 g 中に含まれている窒素をすべてアンモニアに変化させ、発生したアンモニアの体積を測定したところ、標準状態 (273 K, 1.013×10^5 Pa) で 246 mL であった。このポリペプチドの窒素含有量は何%か。ただし、気体は理想気体として扱い、有効数字 2 桁で答えよ。