

令和6年度・個別学力検査

理 科 (中)

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14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. 試験開始後、すべての解答用紙に氏名(カタカナ)及び受験番号を記入しなさい。
受験番号が正しく記入されていない場合は、採点できないことがあります。また、氏名(カタカナ)及び受験番号以外の文字、数字などは、絶対に記入してはいけません。
5. 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。
6. 解答用紙のたて線より右側には、何も書いてはいけません。
7. 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。
8. 試験終了後、問題冊子は持ち帰りなさい。

令和6年度個別学力検査

薬学部 中期日程
理 科 問 題

名古屋市立大学 学生課入試係 052-853-8020

許可なしに転載、複製
することを禁じます。

化 学

数値による解答の有効数字は3桁とせよ。

必要があれば、次の数値を用いよ。

原子量 H = 1.00, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, Na = 23.0, S = 32.0,

Cl = 35.5, Ca = 40.1, Fe = 56.0, Cu = 63.6, Zn = 65.4,

Sn = 119, Pb = 207

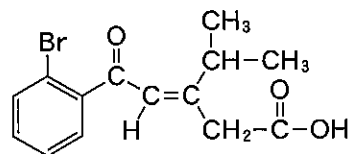
アボガドロ定数 $N_A = 6.02 \times 10^{23}/\text{mol}$

気体定数 $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{mol}\cdot\text{K})$

標準状態における気体のモル体積 22.4 L/mol

ファラデー定数 $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

構造式は右の例にならって示せ。



化学問題 1

次の文章を読み、以下の問に答えよ。

物質を構成する原子どうしを結びつける化学結合には、共有結合やイオン結合などがある。共有結合は、主に非金属元素の原子どうしが を出し合い、それらを共有することで形成され、多くの場合、各原子は 原子と同じ電子配置をとる。分子は一般に共有結合によってつくられている。 分子からなる物質の沸点は、^{a)}その物質の分子量と関連している。 イオン結合は陽性の強い 元素のイオンと陰性の強い元素のイオンとが結びつく化学結合である。 イオン結合^{c)}によってつくられるイオン結晶は一般に水に溶けやすい。

問 1. 文中の ア ~ ウ に入る最も適切な語句を記せ。

問 2. 水分子, メタン分子, アンモニア分子について, 下線部 a) に関する以下の問いに答えよ。

設問(1) それぞれの分子中に存在する共有電子対と非共有電子対の数, ならびに分子の形を記せ。

設問(2) 分子中の隣りあう二つの結合がなす角を結合角という。結合角は電子対の間の静電的な反発の影響をうける。反発力の大きさは共有電子対より非共有電子対の方が大きいことから結合角に違いが生じると考えて, 各分子名を結合角が大きいものから順に並べよ。

設問(3) アンモニア分子に水素イオンが結合すると, 安定なアンモニウムイオンができる。アンモニウムイオンを電子式で表せ。また, この結合が形成されるしくみを簡潔に説明せよ。

問 3. 下線部 b) に関する以下の問いに答えよ。

設問(1) アルカンのような無極性分子からなる物質は, 一般に分子量が大きくなると沸点が高くなる。その理由を簡潔に述べよ。

設問(2) メタンと水の分子量は同程度であるが, 水の沸点(100 °C)はメタンの沸点(-161 °C)に比べ非常に高い。その理由を簡潔に述べよ。

設問(3) 0 °Cの氷 54.0 g を加熱して, すべてを 100 °C の水蒸気にする。このときに必要な熱の総量を求めよ。なお, 必要があれば以下の値を用いよ。

氷の 0 °C での融解熱 : 6.00 kJ/mol, 水の 100 °C での蒸発熱 : 41.0 kJ/mol, 水の比熱(物質 1 g の温度を 1 K 上昇させるために必要な熱量) : 4.20 J/(g·K)

問 4. 下線部 c) に関して, 炭酸カルシウムや硫酸バリウムはイオン結晶であるが, 水に溶けにくい。その理由を簡潔に述べよ。

化学問題 2

水溶液中の鉄イオン含有量の定量法はいくつかあり、3分子の1,10-フェナントロリン(以下、phenと略す。分子量 1.80×10^2)が、1分子の Fe^{2+} と錯体を形成することを利用する方法がある。phenと Fe^{2+} によって形成される錯体は明るいオレンジ色である。 Fe^{3+} はこの反応を生じない。

今、ある工場の排水中の鉄イオンの総量を定量するため、以下の溶液(A液～D液)と純水を用意し、実験を行った。まず、容量が50 mLの【あ】を8個用意し、①から⑧までの番号をふった。A液または工場排水液と、B液を、以下の表のように【あ】に加え、よく混ぜた。その後、C液とD液を加え、再度良く混ぜたあと、標線まで純水を加え、フタをして反転させて、一樣になるまで混合した。十分に反応を完了させたあと、オレンジ色の濃さ(吸光度)を測定した。その結果を以下の表の最も右の欄に記録した。なお、この実験で用いた工場排水中には沈殿物はなく、 Fe^{2+} 以外にphenと反応する物質や着色している物質はないものとする。

A液 100 mg/L Fe^{2+} 溶液

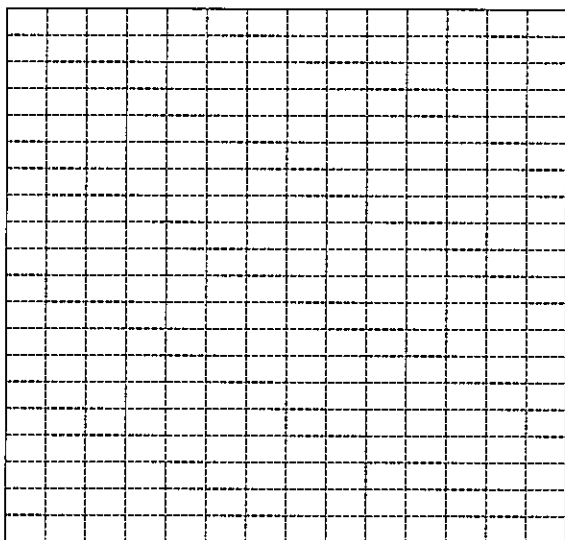
B液 ヒドロキシルアミン水溶液

C液 酢酸-酢酸ナトリウム緩衝液(pH 4.4)

D液 0.162% 1,10-フェナントロリン溶液

番号	A液 (mL)	工場 排水 (mL)	B液 (mL)	C液 (mL)	D液 (mL)	純水	オレンジ色 の濃さ (吸光度)
①	0	0	1	5	5	標線 まで 加えた	0.030
②	2.5	0	1	5	5		0.170
③	5	0	1	5	5		0.310
④	10	0	1	5	5		0.590
⑤	15	0	1	5	5		0.870
⑥	25	0	1	5	5		0.935
⑦	0	5	1	5	5		0.422
⑧	0	20	1	5	5		0.940

必要であれば次ページの方眼を用いても良い。



- 問 1. A 液を 100 mL 作るために必要な硫酸鉄(II)七水和物の量(g)を求めよ。
- 問 2. 【 あ 】に入る実験器具の名前を答えよ。
- 問 3. ヒドロキシルアミンは還元性の強い化合物である。B 液を加える理由は何
か、答えよ。
- 問 4. C 液は、反応液を酸性にするために加えている。反応液が塩基性になるとど
ういう不都合があるのか、答えよ。
- 問 5. 番号⑦の反応液の吸光度を用いて、工場排水中の鉄イオン濃度(mg/L)を求
めよ。
- 問 6. 番号⑧の吸光度の値を用いても未知検体中の鉄イオン濃度を知ることはでき
ない。その理由を説明せよ。

化学問題 3

次の文章を読み、以下の問に答えよ。

電池は酸化反応と還元反応を利用して、 エネルギーを エネルギーに変換する装置である。正極と負極に電球などを導線で接続し、電流を流す操作を放電という。このとき、正極および負極で実際に反応する物質を という。鉛蓄電池は自動車のバッテリーなどに用いられている代表的な二次電池の1つである。

問 1. から にあてはまる最も適切な語句を答えよ。

問 2. 鉛蓄電池の放電における反応式を示せ。

問 3. 電解液が入った電解槽を1つもつ鉛蓄電池を電源として用いて、塩化銅(II)水溶液を電気分解したところ、陰極に3.18 gの銅が析出した。以下の設問に答えよ。ただし、鉛蓄電池で発生した電流は、すべて電気分解に使われたものとする。

設問(1) 陽極で生成する物質の量を求めよ。ただし、生成する物質が固体の場合には質量(g)を、気体の場合には標準状態における体積(L)を求めよ。

設問(2) 鉛蓄電池の電解液中で減少した硫酸の物質質量(mol)を求めよ。

設問(3) 鉛蓄電池の電解液中で増加した水の質量(g)を求めよ。

次に、問3で記述したような電気分解を行った後、鉛蓄電池を充電するために、外部電源に接続した。このとき、鉛蓄電池の正極は外部電源の 極に、鉛蓄電池の負極は外部電源の 極に接続した。充電中に鉛蓄電池の正極表面で起こる反応は である。

問4. から にあてはまる語句の組み合わせで正しいものはどれか。下記の(ア)~(エ)の中から1つ選べ。

- | | | |
|---------|-----|------|
| (ア) a 負 | b 正 | c 酸化 |
| (イ) a 負 | b 正 | c 還元 |
| (ウ) a 正 | b 負 | c 酸化 |
| (エ) a 正 | b 負 | c 還元 |

問5. 1.93 A の一定電流を供給する電源を用いて、この鉛蓄電池を放電前の状態に戻すためには、何秒間充電を行えばよいかを求めよ。ただし、外部電源からの電流は、すべて充電に使われるものとする。

化学問題 4

四酸化二窒素と二酸化窒素の反応について、次の文章を読んで以下の問に答えよ。ただし、気体はすべて理想気体としてふるまうこととする。

四酸化二窒素 0.400 mol と二酸化窒素 0.700 mol を容積可変の反応容器に入れて密閉した。容積を 5.00 L にして、温度を 50.0 °C に保ったところ、(式1)に示す反応が進行し、^(ア)平衡状態に達した。_(イ)



平衡に達したときの四酸化二窒素の存在量を分析したところ、0.600 mol だった。この反応の熱化学方程式を(式2)に示す。



問 1. (式1)の正反応は吸熱反応か発熱反応か、いずれかを答えよ。

問 2. 下線部(ア)について、反応開始時点では容器中の気体の色は 色であり、反応が進行し平衡に達する過程で色の濃さは 。

この文章中の にあてはまる色を選択肢Aから、 にあてはまる語句を選択肢Bから1つずつ選べ。

[選択肢A] (a) 黄緑 (b) 淡黄 (c) 淡青

(d) 赤褐 (e) 白 (f) 無

[選択肢B] (a) 濃くなっていく (b) 薄くなっていく (c) 変化しない

問 3. 下線部(イ)の平衡状態にあるとき、二酸化窒素の物質量 (mol) を求めよ。

問 4. (式 1) に示す反応の $50.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ における平衡定数を求めよ (単位も示すこと)。

問 5. 下線部(イ)の平衡状態にあるとき、容器内の全圧 (Pa) を求めよ。

問 6. 下線部(イ)の平衡状態にあるとき、以下の操作①～⑤をそれぞれおこなうと、(式 1) の平衡はどちらに移動するか。選択肢(a)～(c)からあてはまるものを1つずつ選べ。ただし、操作④以外では容積は 5.00 L に保ったままであり、操作①以外では温度は $50.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ に保ったままとする。

操作① 容器の温度を上げる。

操作② 容器中にさらに四酸化二窒素を加える。

操作③ 触媒を加える。ただし、触媒の体積は無視できるものとする。

操作④ 容器の体積を大きくする。

操作⑤ アルゴンを 1.00 mol 加える。ただし、アルゴンは反応に関係しないものとする。

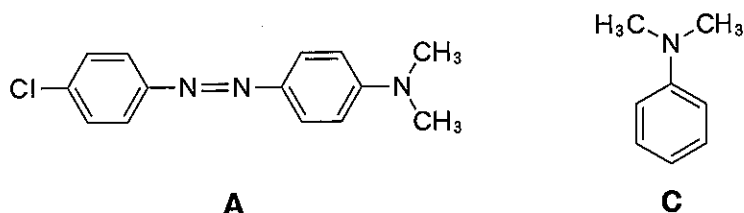
[選択肢] (a) 右向きに移動する。

(b) 左向きに移動する。

(c) どちらにも移動しない。

化学問題 5

下図のアゾ化合物 **A** を合成するにあたり、目的化合物 **A** から合成手順を一段階ずつさかのぼる手法を用いて合成法を考案することにした。次の文章を読んで以下の間に答えよ。



アゾ化合物は、塩化ベンゼンジアゾニウムなど芳香族化合物のジアゾニウム塩と、フェノール類や芳香族アミンとの反応により合成できる。アゾ化合物 **A** は、陰イオンが Cl^- であるジアゾニウム塩 **B** とジメチルアミノベンゼン(上図の化合物 **C**)との反応により合成できる。別な考え方として、陰イオンが Cl^- であるジアゾニウム塩 **D** とクロロベンゼンとの反応も考えられるが、クロロベンゼンはジメチルアミノベンゼンよりも反応性が低いため、アゾ化合物 **A** を効率よく合成することは難しいと予想される。

次に、もう一段階反応をさかのぼってみる。ジアゾニウム塩 **B** は塩酸酸性条件下で、化合物 **E** に の水溶液を加えることで合成できる。このとき、氷冷下で反応を行い、次の段階まで低温(0 ~ 5℃)に保つことが重要となる。

反応をさらにさかのぼって考える。化合物 **E** は、 を塩素化することにより合成可能な異性体の一つである。 は、 を 条件下でスズを用いて した後、水酸化ナトリウム水溶液を加えることで得られる。 は、 に濃硝酸と濃硫酸の混合物を反応させることで得られる。

一方、ジメチルアミノベンゼンも から合成することが可能なため、芳香族化合物の原料として だけを用意すれば、アゾ化合物 **A** を合成できることになる。

問 1. 下線部(ア)の反応の名称を答えよ。

問 2. 化合物 **B**, **D**, **E** の構造式を示せ。

問 3. にあてはまる化合物名を名称で答えよ。

問 4. 下線部(ウ)の理由を 25 字以内で説明せよ。

問 5. から にあてはまる化合物名を名称で答えよ。

問 6. にあてはまる語句を下記の①～③の中から選べ。

- ① 酸性 ② 中性 ③ 塩基性

問 7. にあてはまる語句を下記の①～③の中から選べ。

- ① 酸化 ② 還元 ③ 加水分解

問 8. 化合物 **A** を計画に基づいて合成した場合のアゾ基の 2 つの窒素原子について、正しい記述を下記の①～④の中から 1 つ選べ。

- ① アゾ基の窒素原子は 2 つとも に由来する。
② アゾ基の窒素原子のうち 1 つは に由来する。
③ アゾ基の窒素原子は 2 つとも に由来しない。
④ アゾ基の窒素原子のうちいくつが に由来するかは反応条件による。

問 9. 10.0 g の から をつくる場合、最低限必要な硝酸(重量パーセント濃度 85.0 %)の質量(g)を求めよ。ただし、すべての が反応し、 を生成するものとする。

問10. 問 9 の反応で生成する をすべて にするために最低限必要なスズの質量(g)を求めよ。

問11. 問 10 の反応において、収率 90.0 % で が得られるとすると、生じる の質量(g)を求めよ。収率とは、化学反応によって原料物質から目的物質を得る場合に、理論上得ることができる目的物質の最大量に対して実際に得られた目的物質の量の割合のことで、一般には百分率で表わす。

化学問題 6

次の文章を読み、以下の問に答えよ。

私たちの身のまわりには分子量が1万から1億に達する大きな化合物が数多く存在する。タンパク質、核酸、合成ゴム、ガラスなどのような物質は ㉑ とよばれ、それぞれ特徴的な性質をもっている。タンパク質や核酸は天然 ㉒ に分類され、合成ゴムやガラスは合成 ㉓ に分類される。生体の主要な成分であるタンパク質は約20種類の α -アミノ酸どうしが ㉔ 結合により縮合してできている。 α -アミノ酸は塩基性を示すアミノ基と酸性を示すカルボキシ基が同一の炭素原子に結合した有機化合物の総称である。生体内の α -アミノ酸は、 ㉕ を除き、不斉炭素原子があるため ㉖ が存在する。左右の手のひらのような関係にある2つの ㉗ のなかで、天然に広く存在し私たちの体を構成するアミノ酸のほとんどが ㉘ 型のアミノ酸である。アミノ酸は、過剰量の無水酢酸と反応させると1ヶ所のみアセチル化される。また、アミノ酸にアルコールと硫酸を反応させて加熱すると、カルボキシ基部分がエステルに変換される。

問 1. ㉑ から ㉘ にあてはまる適切な語句を答えよ。

問 2. 下線部(A)について、アラニンの ㉖ の関係にある2つの構造式を、図1のように書け。図1のくさび型で表された太い実線(—)は紙面の手前側へ向かう結合、波線(……)は紙面の向こう側へ向かう結合を示す。

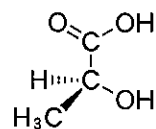


図 1

問 3. 下線部(B)について，無水酢酸を用いたアミノ酸のアセチル化反応を化学反応式で示せ。ただし，アミノ酸は図 2 のように表すこと。

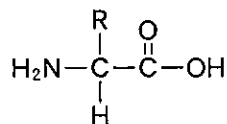


図 2

問 4. 下線部(C)について，グルタミン酸 4.41 g に過剰量のメタノールおよび硫酸を反応させて加熱し十分に反応を進行させたところ，3.94 g の生成物が得られた。この反応の収率(%)を求めよ。グルタミン酸の構造は図 3 に示す。収率とは，化学反応によって原料物質から目的物質を得る場合に，理論上得ることができる目的物質の最大量に対して実際に得られた目的物質の量の割合のことで，一般には百分率で表わす。

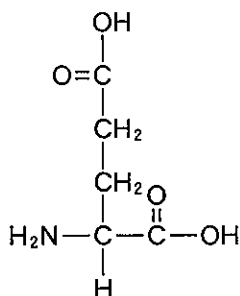


図 3