

明治大学大学院理工学研究科 応用化学専攻 博士前期課程

基礎・専門科目 試験問題

注意事項

- 1 配付された問題・解答用紙は、この表紙を含めて8枚です。確認してください。
- 2 問題冊子の所定欄（表紙、問題・解答用紙）全てに、受験番号・氏名を記入してください。
- 3
 - ・基礎科目試験問題は、全て解答してください。
 - ・専門科目の試験問題1～4の中から、2つの専門科目問題を選択して解答してください。
（3問以上解答した場合は、全問無効）
 - ① 選択した専門科目の問題番号を下の表に○で示してください。

1	2	3	4
 - ② 選択しなかった問題・解答用紙の全面に大きく×印を書いてください。
- 4 試験時間は、120分です。
- 5 解答欄が足りない場合は、裏面に記入してください。
- 6 配付された問題・解答用紙は、全て提出してください。

注 大学が貸与する電卓の使用を ☐ 許可します ・ ☒ 許可しません

以 上

課 程	受験科目	明治大学大学院理工学研究科 応用化学専攻		
博士前期	基礎・専門	受験番号	氏 名	

2026 年度 I 期入学試験・2025 年度秋季入学試験 問題及び解答用紙

課程	受験科目	明治大学大学院理工学研究科 応用化学専攻		
☒ 博士前期 ☐ 博士後期	☐ 英 語 ☒ 基礎・専門 ☐ 小論文	受験番号	氏名	

基礎科目試験問題

(1) 例にならって、以下の表を完成させなさい。

原子番号	元素記号	日本語名	英語名	電子配置	不対電子の数
(例) 1	H	水素	hydrogen	(1s) ¹	1
15					
19					
26					
572					

(2) Bohr の水素原子模型において、円運動している電子（速度 v 、質量 m 、電荷 e ）の全エネルギー E を求めなさい。また、その全エネルギー E が「とびとびの値」となる理由を説明しなさい。全エネルギーの計算は計算の過程も記載すること。ただし、水素原子模型の原子核の電荷は Ze とし、原子核と電子との距離は r とする。必要であれば、プランク定数 h 、主量子数 n 、クーロン定数 k を使用しなさい。

(2) の解答欄

全エネルギー：

理由：

(3) 右の図は銀イオンにアンモニア分子が配位子として結合した直線状の錯イオンである。この錯イオンの「英語名称」および「日本語名称」について、以下の表の空欄に解答を記載しなさい。また、この錯イオンが直線状の構造となる理由について、以下の表の空欄に説明を記載しなさい。



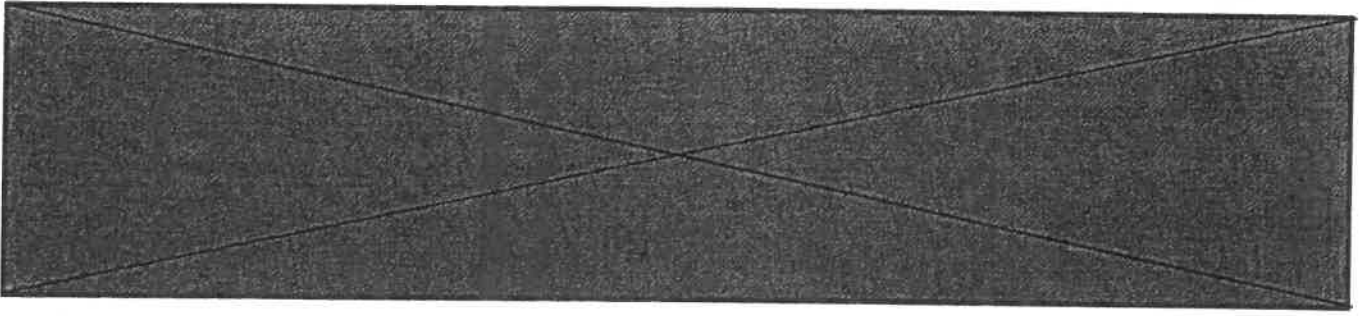
錯イオンの英語名称	
錯イオンの日本語名称	
直線状の構造となる理由	

解答を続ける場合は、この用紙の裏面に記入すること。

点 数	
-----	--

(裏へ解答を続ける場合はここから書き始めること。)

----- (ここより下に解答を記入しないこと。) -----



2026 年度 I 期入学試験・2025 年度秋季入学試験 問題及び解答用紙

課程	受験科目	明治大学大学院理工学研究科 応用化学専攻		
☒ 博士前期 ☐ 博士後期	☐ 英 語 ☒ 基礎・専門 ☐ 小論文	受験番号	氏名	

基礎科目試験問題

(4) 化合物の立体構造について、以下の問いに答えなさい。

- a) 2,3-Dibromobutane の最も安定な立体配座を C2-C3 結合の延長線上から見たときの Newman 投影式を丁寧に書きなさい。
- b) *cis*-1,3-Dimethylcyclohexane の最も安定な立体配座を水素原子も含めて丁寧に書きなさい。
- c) b) の構造を環反転させた立体配座を水素原子も含めて丁寧に書きなさい。

a) の解答欄	b) の解答欄	c) の解答欄

(5) 1,3-Butadiene に対して 1 当量の Hydrogen bromide を反応させると、臭素原子が 1,3-Butadiene の 1 位の炭素原子に付加した化合物と、2 位の炭素原子に付加した化合物の二つが混合して得られる。この反応について以下の問いに答えなさい。

- a) 低温条件下でこの反応を行った場合、どちらの化合物が主生成物となるかを化合物名で答えなさい。
- b) 1,4-付加化合物について、反応中間体も含めて反応機構を枠内に記入しなさい。
- c) b) の反応が進行する理由を説明しなさい。

a) の解答欄
b) の解答欄
c) の解答欄

(6) Allene ($\text{CH}_2=\text{C}=\text{CH}_2$) を構成する三つの炭素原子の混成軌道を示しなさい。また、両末端の水素原子の位置関係を含めた Allene 分子全体の立体構造について説明しなさい。説明に必要な図等は適宜使用して良い。

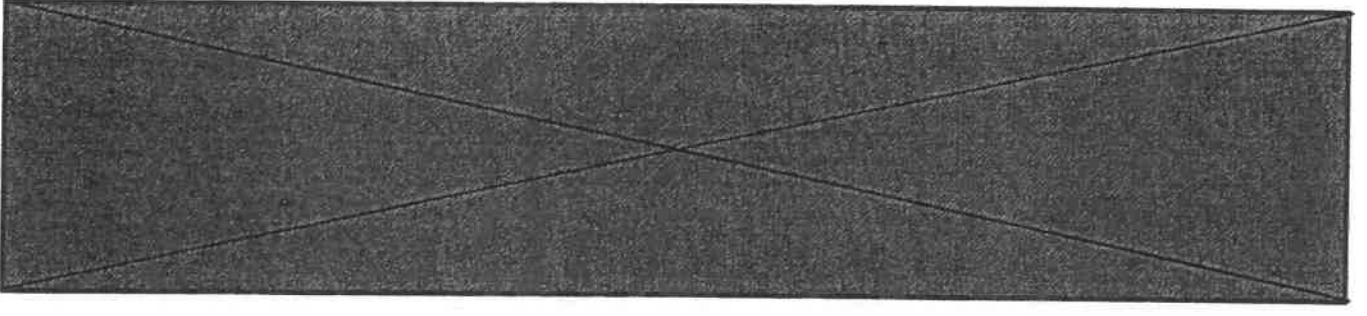
解答欄

解答を続ける場合は、この用紙の裏面に記入すること。

点 数	
-----	--

(裏へ解答を続ける場合はここから書き始めること。)

----- (ここより下に解答を記入しないこと。) -----



2026 年度 I 期入学試験・2025 年度秋季入学試験 問題及び解答用紙

課程	受験科目	明治大学大学院理工学研究科 応用化学専攻		
☒ 博士前期 ☐ 博士後期	☐ 英 語 ☒ 基礎・専門 ☐ 小論文	受験番号	氏名	

基礎科目試験問題

(7) 温度 T_0 の条件下で、揮発性の成分 A と揮発性の成分 B から成る混合溶液を容器に入れて密閉したところ、溶液と共存する蒸気相の圧力が P_1 で一定となった。ただし、温度 T_0 の条件下で、成分 A の純溶媒の蒸気圧を P_A^* 、成分 B の純溶媒の蒸気圧を P_B^* とする。また、同じ温度で比較した場合、成分 A の純溶媒の蒸気圧は成分 B の純溶媒の蒸気圧に比べて常に大きいものとする。なお、混合溶液は理想溶液とみなす。

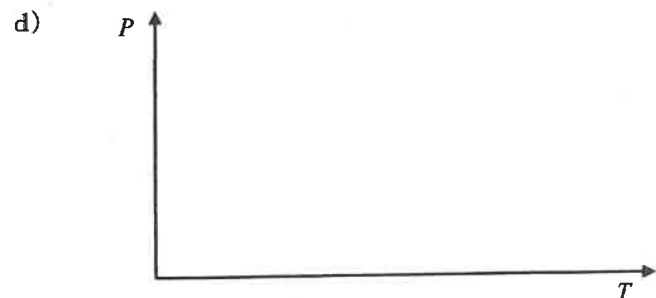
- 「理想溶液」とはどのような液体か、できるだけ詳しく丁寧に説明しなさい。
- 溶液中の成分 A のモル分率 x_A を示しなさい。
- 蒸気相中の成分 A のモル分率 y_A を示しなさい。
- 圧力 P_0 の条件における成分 A の純溶媒の沸点を T_A^* 、成分 B の純溶媒の沸点を T_B^* とする。横軸を温度 (T)、縦軸を圧力 (P) とする、解答欄の図中に成分 A の純溶媒と成分 B の純溶媒の蒸気圧曲線を描き、描いた蒸気圧曲線を基に T_A^* と T_B^* との大小関係について説明しなさい。なお、どちらの成分の蒸気圧曲線か分かるように図中に A、B の文字を明記すること。

解答欄(7)

a)

b)

c)

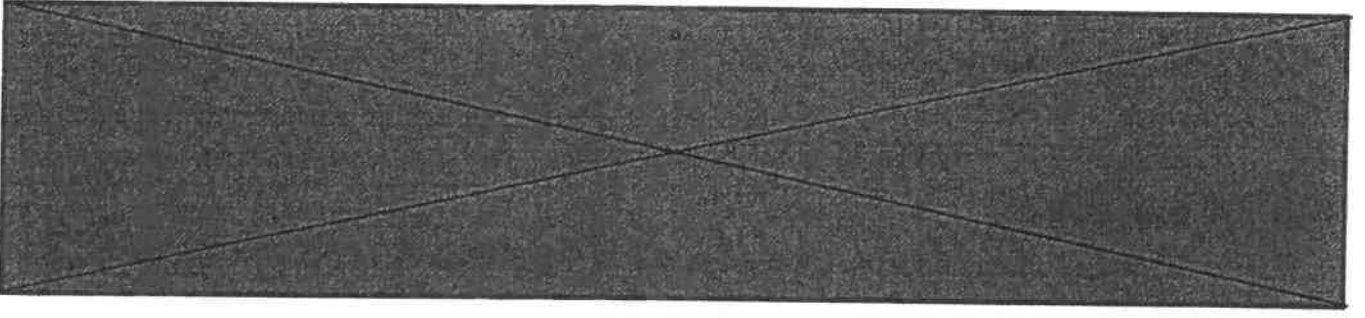


解答を続ける場合は、この用紙の裏面に記入すること。

点 数	
-----	--

(裏へ解答を続ける場合はここから書き始めること。)

----- (ここより下に解答を記入しないこと。) -----



2026 年度 I 期入学試験・2025 年度秋季入学試験 問題及び解答用紙

課程	受験科目	明治大学大学院理工学研究科 応用化学専攻		
☒ 博士前期 ☐ 博士後期	☐ 英 語 ☒ 基礎・専門 ☐ 小論文	受験番号	氏名	

専門科目試験問題 1 (応用化学 1)

(1) 酸素分子 (O_2 分子) の分子軌道に関する次の小問に答えなさい。

- O_2 分子の分子軌道図を示し、その分子軌道図に↑で電子を表して O_2 分子の電子配置を示しなさい。
- O_2 分子の HOMO と LUMO の軌道の名称と形を示しなさい。
- O_2 分子の LUMO の軌道の特徴 (形と性質) を簡潔に文章で記述しなさい。
- O_2 分子の特徴 (結合状態と磁性) について記述しなさい。

a)の解答欄	b)の解答欄 HOMO 名称 形 LUMO 名称 形 	c)の解答欄
		d)の解答欄

(2) コバルト錯体 A の合成に関する以下記述の空欄に最も適切な数値、化合物 (試薬) 名、化学式、構造式を記入しなさい。ただし、原子量は次の値を用いなさい。H=1.00、C=12.00、N=14.00、O=16.00、Cl=35.50、Co=59.00。

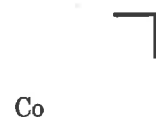
- 硝酸コバルト(II)・6 水和物のモル質量は g/mol である。この塩 40.0 g を水に溶解し、炭酸アンモニウム水溶液とアンモニア水溶液の混合溶液を加える。この混合溶液を少量だけ加えると の沈殿が生成するが、一定量以上を加えるとその沈殿は溶解する。所定の量の混合溶液を加えてから、 を加えて Co(II)を酸化する。反応溶液を 200 cm³ まで加熱濃縮した後、冷却すると硝酸イオンを対イオンとする分子量 249.00 の錯体 A が析出する。

b) 生成する錯体 A の錯体イオンの構造式を右の解答欄に示しなさい (錯体イオンの電荷も示すこと)。錯体 A の収量は g で、収率は 70.0% である。

c) この合成では、反応させた試薬の量は充分で、反応も理想的に進行し、収率が 70% 程度に留まった。このことから、錯体 A の溶解性についてどの様なことがわかるか考察しなさい。

c)の解答欄

b)の解答欄



(3) 遷移金属化合物の d 軌道に関する以下の小問に答えなさい。解答は、問題のアルファベット記号と共にこの用紙の裏面に示しなさい。

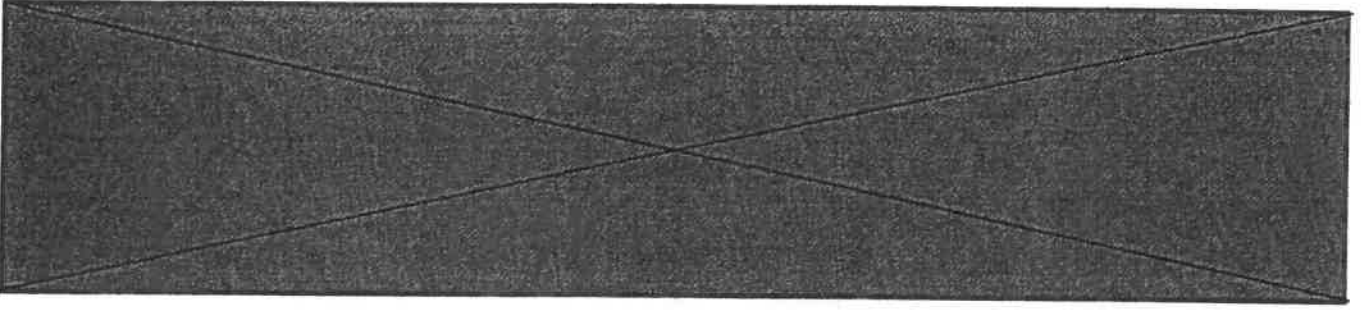
- 五つの d 軌道の名称とその形 (軸と符合を含めて) を示しなさい。
- $[Fe(acac)_3]$ (acac = アセチルアセトナート) の構造を図示しなさい。ただし水素原子も省略しないですべての原子を示し、共鳴型ではなく単結合と二重結合で表記した極限型で示しなさい。
- その $[Fe(acac)_3]$ 錯体の d 軌道のエネルギー準位図を図示し、そこに電子配置を矢印で書き込みなさい。
- なぜ $[Fe(acac)_3]$ 錯体の電子配置が c) の解答のようになるのか理由を簡潔に説明しなさい。

解答を続ける場合は、この用紙の裏面に記入すること。

点 数

(裏へ解答を続ける場合はここから書き始めること。)

----- (ここより下に解答を記入しないこと。) -----



2026 年度 I 期入学試験・2025 年度秋季入学試験 問題及び解答用紙

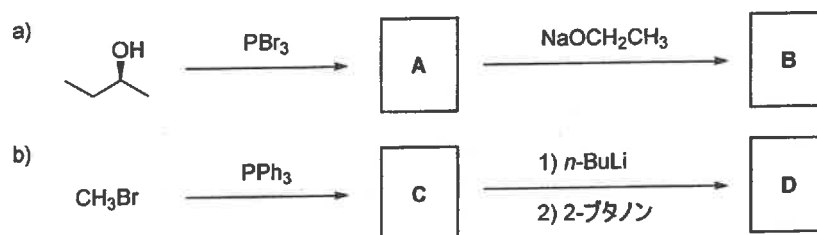
課程	受験科目	明治大学大学院理工学研究科 応用化学専攻		
☒ 博士前期 ☐ 博士後期	☐ 英 語 ☒ 基礎・専門 ☐ 小論文	受験番号	氏名	

専門科目試験問題 2 (応用化学 2)

(1) 以下の化合物の構造式を、必要な場合は立体化学にも留意して示しなさい。

a) アセトアニリド b) 3-ブロモピリジン c) プロピオン酸メチル d) (*R*)-4-ヒドロキシペンタン-2-オン
 解答欄 (解答は問題のアルファベット記号と共に以下に記入しなさい)

(2) 以下の a) および b) の各反応における、化合物 A、化合物 B、化合物 C、化合物 D の構造式を示しなさい。また、各反応における反応機構を電子の移動を示す矢印とともに示しなさい。必要な場合は立体化学にも留意しなさい。



解答欄 (解答は問題のアルファベット記号と共に以下または裏面に記入しなさい)

(3) 酸性条件下におけるシクロヘキサノンとヒドロキシルアミンの反応について、以下の問いに答えなさい。

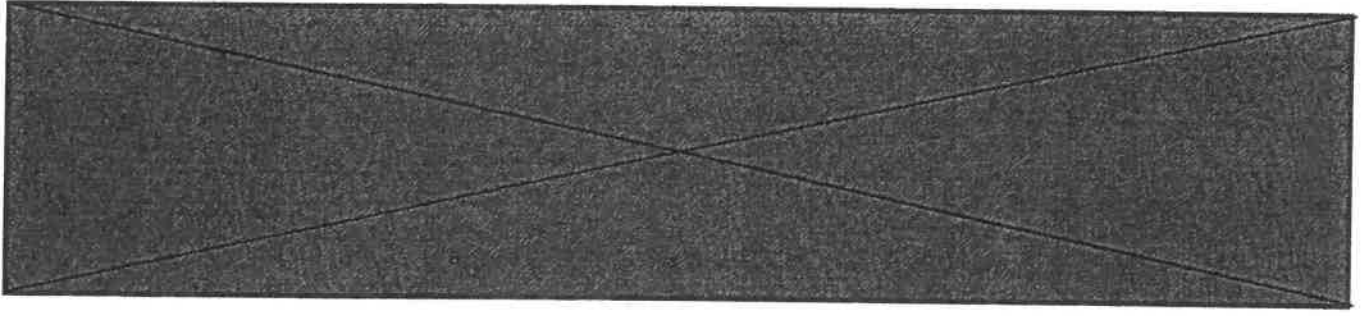
a) この反応で得られる生成物の構造式と、電子の移動を矢印で表した反応機構を示しなさい。

b) この反応は、反応溶液の pH が 4~5 付近の時に最も速く進行する。一方、反応溶液の pH が 3 未満または 6 を超えると反応は遅くなる。これらの理由をそれぞれ説明しなさい。

解答欄 (解答は問題のアルファベット記号と共に以下または裏面に記入しなさい)

解答を続ける場合は、この用紙の裏面に記入すること。

点 数	
-----	--



----- (ここより下に解答を記入しないこと。) -----

(裏へ解答を続ける場合はここから書き始めること。)

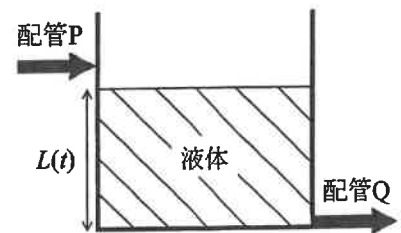
課程	受験科目	明治大学大学院理工学研究科 応用化学専攻		
☒ 博士前期 ☐ 博士後期	☐ 英語	受験番号	氏名	
	☒ 基礎・専門 ☐ 小論文			

専門科目試験問題 3 (応用化学 3)

- (1) 内径 80 mm の鋼管 X の下流に内径 30 mm の鋼管 Y および内径 50 mm の鋼管 Z を接続した二股管の管内を、液体が定常状態で流れている。X および Y の管内の平均流速がそれぞれ 0.50 m s^{-1} 、 0.30 m s^{-1} の場合の、Z の管内の平均流速 $[\text{m s}^{-1}]$ を求めなさい。ただし、流体の密度はすべての管内で一様と仮定する。

[解答欄]

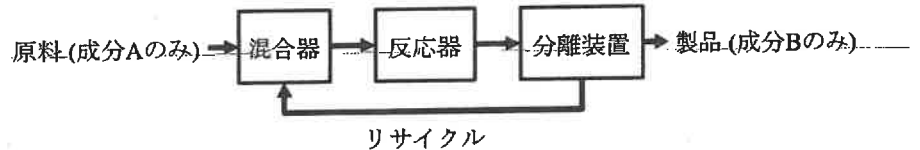
- (2) 右図のような、液体が配管 P から流入して配管 Q へ流出する直方体のタンクを考える。配管 P および配管 Q の断面積をそれぞれ $S_P [\text{m}^2]$ 、 $S_Q [\text{m}^2]$ 、タンクの底面積を $A [\text{m}^2]$ とする。配管 P および配管 Q における平均流速をそれぞれ $u_P [\text{m s}^{-1}]$ 、 $u_Q [\text{m s}^{-1}]$ 、時刻 $t [\text{s}]$ におけるタンクの底面から液面までの高さを $L(t) [\text{m}]$ とし、 S_P 、 S_Q 、 A 、 u_P 、 u_Q 、 $L(t)$ の間の関係式を求めなさい。ただし、液体の密度は配管 P、配管 Q、タンク内で一様と仮定する。



[解答欄]

- (3) 成分 A のみを含む原料から成分 B のみを含む製品を下図の連続プロセスで製造することを考える。原料として A のみが 20 mol s^{-1} で供給される。反応器では $A \rightarrow B$ の等モル反応が起き、転化率 (A から B ができる割合) は 50% である。分離装置を経た後の製品に A は含まれていない。リサイクルの流量を 30 mol s^{-1} とする場合の、製品の流量 $[\text{mol s}^{-1}]$ とリサイクルにおける A、B それぞれのモル分率を求めなさい。

[解答欄]



- (4) 時刻 t における操作量 $u(t)$ を計算する PID 制御の式を書きなさい。ただし、時刻 t における出力値を $y(t)$ 、目標値を r 、比例ゲインを K_P 、積分時間を T_I 、微分時間を T_D とする。

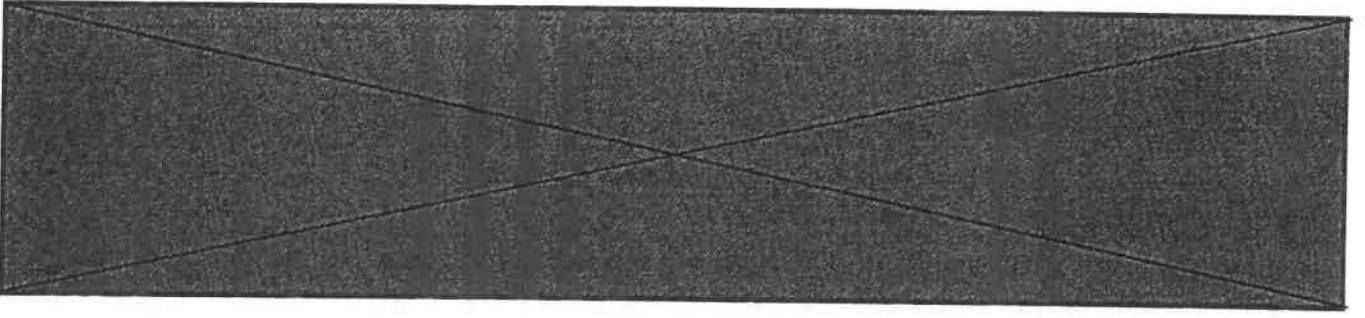
[解答欄]

解答を続ける場合は、この用紙の裏面に記入すること。

点数

(裏へ解答を続ける場合はここから書き始めること。)

----- (ここより下に解答を記入しないこと。) -----



2026 年度 I 期入学試験・2025 年度秋季入学試験 問題及び解答用紙

課程	受験科目	明治大学大学院理工学研究科 応用化学専攻		
☒ 博士前期 ☐ 博士後期	☐ 英 語 ☒ 基礎・専門 ☐ 小論文	受験番号	氏名	

専門科目試験問題 4 (応用化学 4)

(1) 硫酸銅一水和物中の硫酸イオン濃度を以下の手順で求めた。

硫酸銅一水和物を正確に 0.5000 g 秤量して、脱イオン水約 200 mL と 1.2 mol L^{-1} の塩酸 10 mL を加えて溶解し、沸騰直前まで加熱した。この硫酸銅一水和物を溶解した水溶液中に、過剰の塩化バリウム水溶液を加えて硫酸バリウムの沈殿を生成させた。ビーカー中の沈殿を (a) 湯浴中 で 1~2 時間加熱して熟成した後、上澄み液をろ過し、(b) 温水 を加えてデカンテーションにより全ての沈殿をろ紙上に回収した。回収した沈殿は、ろ紙のふちから温希硝酸 (0.050 mol L^{-1}) を一滴ずつ滴下して洗浄した。洗浄はろ液中に (c) 過剰沈殿剤 が認められなくなるまで複数回繰り返した。沈殿の洗浄後、ろ紙をろつぽに入れバーナーで加熱して炭化と灰化を行い恒量とした。実験の結果を次のように記録した。

硫酸銅一水和物の量り取り量: 0.5000 g、恒量したルツボの質量: 10.6403 g、ろ紙の灰分量: 0.10 mg、

沈殿を灰化した試料とルツボ (ルツボ+ろ紙の灰分+ BaSO_4) の質量: 11.2964 g

上の記述に関し、以下の設問に答えなさい。なお、有効数字を考慮し、原子量は必要に応じて次の数値を使いなさい。H: 1.008、N: 14.01、C: 12.01、O: 16.00、S: 32.07、Cl: 35.45、Cu: 63.55、Ba: 137.3

a) 二重下線部 (X) について、沈殿の熟成時に 湯浴中 で 1~2 時間加熱する理由を説明しなさい。

[解答欄]

b) 二重下線部 (Y) について、温水 を用いる理由を説明しなさい。

[解答欄]

c) 二重下線部 (Z) について、ろ液中の 過剰沈殿剤 とは何かを示し、その 過剰沈殿剤 の有無の判定に用いる試薬を答えなさい。

[解答欄]

d) 回収した沈殿の質量を計算してから、硫酸銅一水和物中の硫酸イオン濃度 (mass%) を求めなさい。

[解答欄]

e) 市販の濃硝酸 (61.0 wt%、比重 1.38) のモル濃度を計算しなさい。この濃硝酸を用いて 0.50 mol L^{-1} の硝酸を 100 mL 調製する場合、必要な濃硝酸の体積 (mL) を求めなさい。

[解答欄]

(2) 無機陽イオン定性分析において、第 2 属から第 6 属までの陽イオンを含む塩酸酸性の混合溶液に分属試薬を加え、第 2 属陽イオンを沈殿させたい。使用するべき分属試薬を示し、その試薬を用いる理由を説明しなさい。

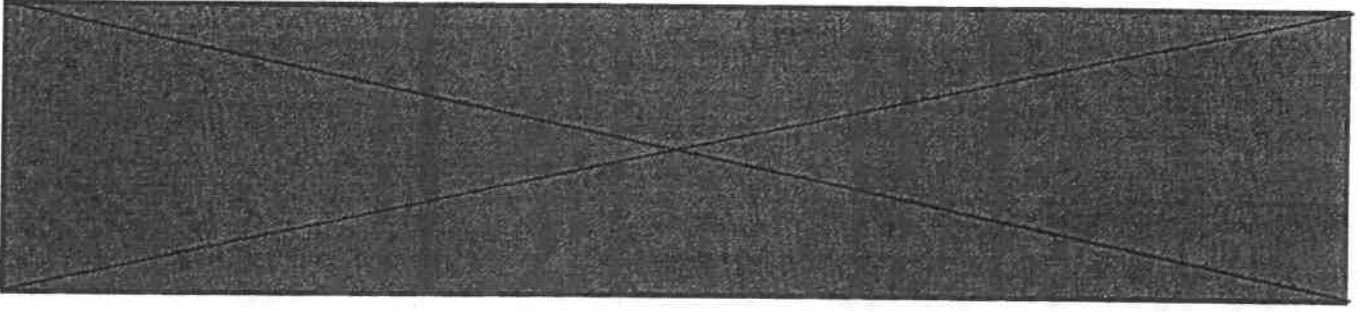
[解答欄]

(3) 誘導結合プラズマ発光分析の代表的分析手法に検量線法がある。検量線法について簡潔に説明しなさい。

[解答欄]

解答を続ける場合は、この用紙の裏面に記入すること。

点 数



----- (ここより下に解答を記入しないこと。) -----