

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. 応用化学1 |
| 2. 応用化学2 |
| 3. 応用化学3 |
| 4. 応用化学4 |
- | | | | |
|---|---|---|---|
| 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 II 期入学試験 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
10					
20					
26					
246					

(2) 真空中において、等量かつ同種の電荷をもつ 2 つの小球が距離 $r=30\text{ cm}$ 離れて存在している。これらの小球がお互いに力 $F=160\text{ N}$ で反発している場合について、小球のもつ電荷 q の値を求め、以下の表に電荷の値と計算過程を記載しなさい。なお、クーロン定数 k は $9\times 10^9\text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$ を使用すること。

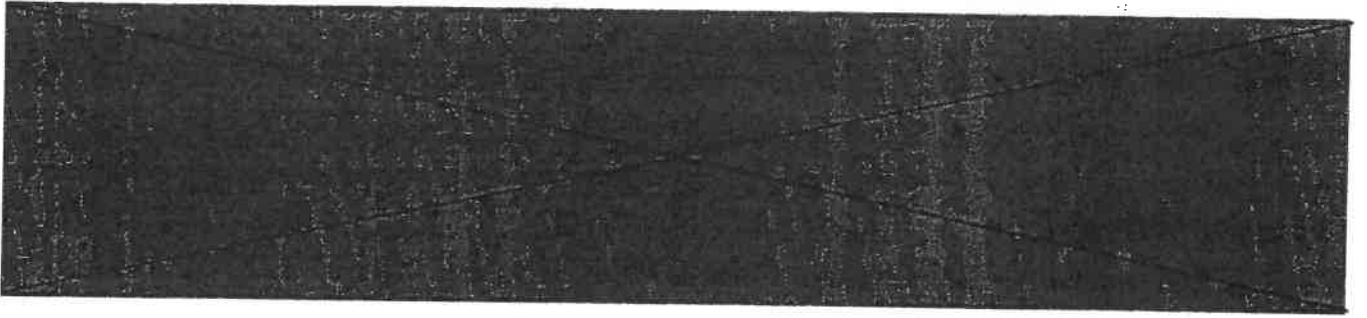
電荷の値	
計算過程	

(3) 錯体 $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ の IUPAC 命名法による「英語名称」および「日本語名称」を、以下の表の空欄に記載しなさい。

英語名称	
日本語名称	

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	
-----	--



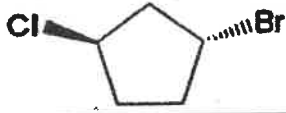
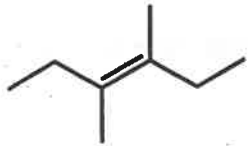
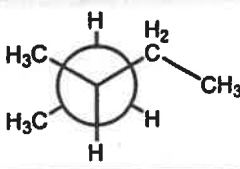
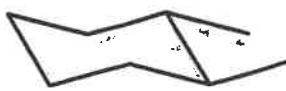
----- (ここより下に解答を記入しないこと。) -----

2026 年度 II 期入学試験 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) 下記の a) から d) に示す化合物を、IUPAC 命名法にしたがい、命名しなさい。

a) 	b) 	c) 	d) 
a) の解答欄:			
b) の解答欄:			
c) の解答欄:			
d) の解答欄:			

(5) 酢酸ナトリウムとエタノールとの組み合わせ、あるいはナトリウムエトキシドと酢酸の組み合わせで、固体のナトリウム塩を液体の中性分子に加えて反応させる場合について、以下の設問に解答しなさい。なお、エタノールの pK_a は 15.9、酢酸の pK_a は 4.76 とする。

- a) ナトリウム塩の酸塩基反応がより速やかに進行する反応の反応式を示しなさい。
 b) a) で示した反応が速やかに進行する理由を pK_a に基づいて説明しなさい。

a) の解答欄:
b) の解答欄:

(6) シクロヘキセンについて、以下の間に答えなさい。

- a) 二重結合を手前側として横から見た時の安定な立体配座を、解答欄内の二重結合に加える形で記載しなさい。
 b) 混成軌道に基づき、炭素-炭素結合の長さに関する記述を含め、分子全体の形について説明しなさい。

a) の解答欄 	b) の解答欄
--	---------

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 II 期入学試験 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、圧力 P 、物質量 n_A の気体 A と圧力 P 、物質量 n_B の気体 B を混合して、圧力 P の混合気体 X を生成した。ただし、気体 A、気体 B および混合気体 X はすべて理想気体とみなす。また、気体定数は R とする。

- 混合気体 X における気体 A の分圧 P_A を示しなさい。
- 混合前の圧力 P の状態から混合後の圧力 P_A の状態まで変化したときの、気体 A の自由エネルギーの変化を示しなさい。
- 混合に伴う混合気体 1 mol あたりの自由エネルギーの変化 (混合前の気体 A と気体 B の自由エネルギーの総量と混合気体 X の自由エネルギーの差) を示しなさい。
- c) の解答を基に、理想気体の混合が自発的な現象であることを証明しなさい。
- d) の解答を導くために用いた熱力学法則について、できるだけ詳しく丁寧に説明しなさい。

解答欄(7)

a)

b)

c)

d)

e)

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 II 期入学試験 問題及び解答用紙

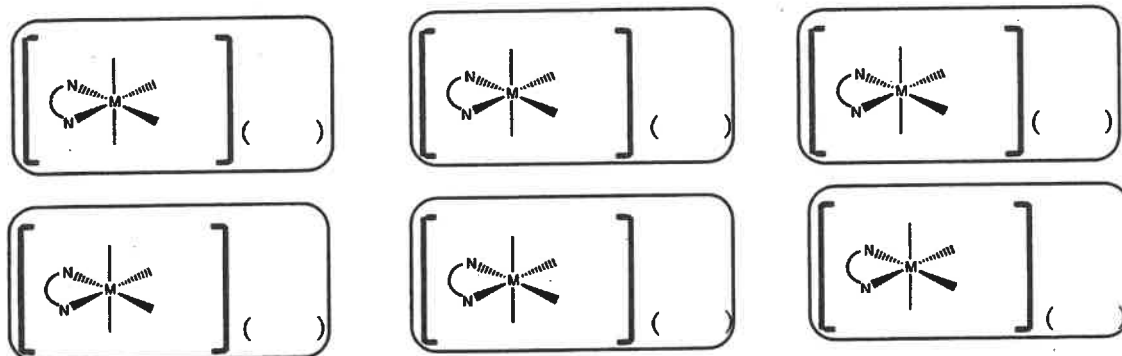
課程	受験科目	明治大学大学院理工学研究科 応用化学専攻	
☒ 博士前期 ☐ 博士後期	☐ 英 語 ☒ 基礎・専門 ☐ 小論文	受験番号	氏名

専門科目試験問題 1 (応用化学 1)

- (1) 2s と 2p の軌道が関わるフッ素分子 (F_2 分子) の分子軌道法に関する次の小問に答えなさい。
- a) F_2 分子の分子軌道図を示し、その分子軌道図に $\uparrow$ および $\downarrow$ で電子を表して F_2 分子の電子配置を示しなさい。
- b) F_2 分子の HOMO-1 と HOMO-3 の軌道の名称と形を示しなさい。
- c) F_2 分子の HOMO-1 の軌道の特徴 (形や性質など) を簡潔に文章で記述しなさい。
- d) 分子軌道の観点から、 F_2 分子から 2 電子を除去して生成する $(F_2)^{2+}$ イオンの予想される電子構造について記述しなさい。

a) の解答欄	b) の解答欄 HOMO-1 名称 形 F.....F	c) の解答欄
	HOMO-3 名称 形 F.....F	

- (2) 金属 M の正八面体六配位の $M(en)(NH_3)_3Cl(NO_2)_2$ の組成をもつ錯体について、イオン化異性と幾何異性と連結異性 (結合異性) に関して、可能な 6 種類の異性体の構造式を次の解答欄に図示しなさい。上段には三つ NH_3 が *mer* に、下段には三つの NH_3 を *fac* に、配置した異性体を並べなさい。解答欄中の $N-N$ は *en* を表している。一つの *en* の位置を固定して、残りの錯体部分を [] の中に、対イオンを () の中に示しなさい。



- (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、この用紙の裏面に示しなさい。
- a) 五つの d 軌道の名称と形を示しなさい。
- b) これらの d 軌道が正八面体場に置かれた時の配位子場分裂の様子を図示し、その分裂の様子を簡潔に説明しなさい。ただし、三つのキーワード (t_{2g} 軌道、 e_g 軌道、 Δ_o) を文章中に必ず含めなさい。
- c) $[Co(edta)]^-$ ($edta^{4-}$ = ethylenediaminetetraacetato) の構造を図示しなさい。
- d) $edta^{4-}$ 配位子が強い場を作るとすると、その $[Co(edta)]^-$ 錯体の d 軌道の電子配置を b) の図に書き込み、その電子配置について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 II 期入学試験 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	

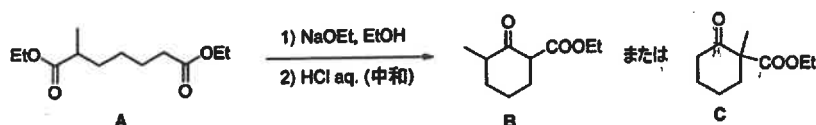
専門科目試験問題 2 (応用化学 2)

(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) ピペリジン b) 2-*tert*-ブチルフラン c) 3-ブチン-1-オール
 d) (S)-アラニン (L-アラニン) e) *m*-キシレン f) (R)-3-ヒドロキシブタン酸

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) 下記に示す化合物 A の分子内 Claisen 縮合では、化合物 B または化合物 C のどちらか一方が主生成物として得られる。主生成物として得られる化合物を選び、選んだ化合物が主生成物となる理由を、反応機構を電子の移動を示す矢印とともに示し、丁寧に説明しなさい。



解答欄 (解答は以下または裏面に記入しなさい)

(3) ナフタレンに 1 当量の臭素 (Br_2) を反応させると 1-ブロモナフタレンが主生成物として得られる。この反応について、以下の問いに答えなさい。

- a) 反応機構を電子の移動を示す矢印とともに示しなさい。
 b) 2-ブロモナフタレンが主生成物とならない理由について、反応中間体の共鳴構造を示して説明しなさい。

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	
-----	--

(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 II 期入学試験 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 3 (応用化学 3)

- (1) モル濃度 5.0 mol L^{-1} のアルブミン水溶液を膜分離して、モル濃度 1.0 mol L^{-1} の透過液を得た。このとき、濃度分極により膜表面のモル濃度は 10 mol L^{-1} になっていたとする。見かけの阻止率 R_{obs} と真の阻止率 R_{int} を求めなさい。

[解答欄]

- (2) 硝酸バリウムの飽和溶解度は 100°C で $34 \text{ g}/100 \text{ g}$ 水、 0°C で $5.0 \text{ g}/100 \text{ g}$ 水である。500 g の硝酸バリウムをすべて溶かして 100°C の飽和水溶液をつくる場合に必要な水量 [g] を求めなさい。さらに、この飽和水溶液を 0°C に冷却した場合の硝酸バリウムの析出量 [g] を求めなさい。

[解答欄]

- (3) 下図のようなアンモニア製造プロセス (反応: $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightarrow 2\text{NH}_3$) を考える。供給される原料ガスは、 N_2 、 H_2 の化学量論比が 1:3 の組成で、流量は 200 kmol h^{-1} である。反応器における転化率は 0.50 である。分離器を経た後の製品には未反応ガスは含まれない。このときリサイクル量 (kmol h^{-1}) を求めなさい。

[解答欄]



- (4) 連続多段蒸留塔における還流比とは何か説明しなさい。また、2 成分系の連続多段蒸留塔を McCabe-Thiele 法により設計する際、還流比を大きくした場合に理論段数はどのように変化するか、理由とともに答えなさい。

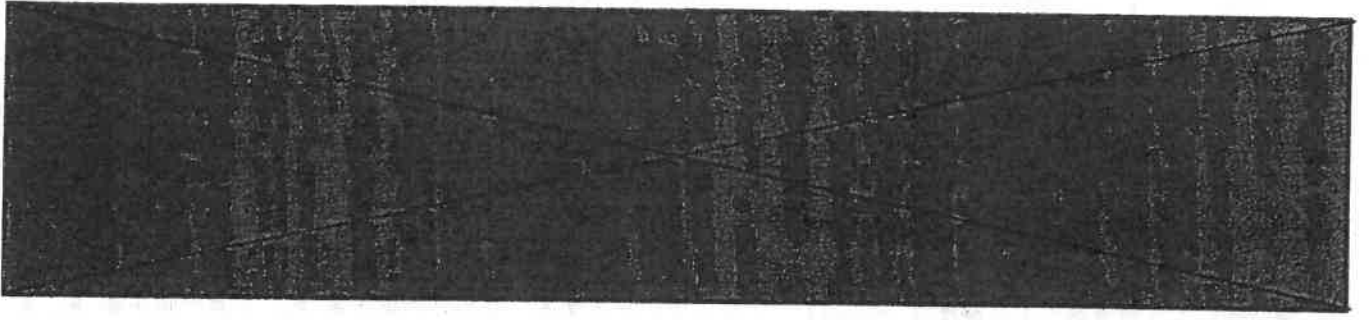
[解答欄]

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	
-----	--

(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 II 期入学試験 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)

解答の際には、有効数字を考慮すること。

原子量は必要に応じて次の数値を使いなさい。H: 1.008, C: 12.0, O: 16.0, Na: 23.0, Cl: 35.5, Fe: 55.8

- (1) $0.200 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 酢酸 25.00 cm^3 を $0.100 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 水酸化ナトリウム水溶液で酸塩基滴定した。水酸化ナトリウム水溶液を 25.00 cm^3 加えたときの pH を求めなさい。なお、酢酸の酸解離定数は 1.75×10^{-5} である。

[解答欄]

- (2) シュウ酸ナトリウムを標準物質として標準化した過マンガン酸標準溶液で、モール塩 (硫酸鉄(II)アンモニウム六水和物) 中の鉄(II)を酸化還元滴定により定量した。鉄(II)の過マンガン酸標準溶液による定量の際の酸化還元反応式 (一つ) および半反応式 (二つ) を答えなさい。

[解答欄] (反応式)

(半反応式)

- (3) 1,10-フェナントロリンと鉄の錯体の呈色を利用して、吸光光度分析によりアルミニウム箔中に微量に含まれる鉄を以下の手順で定量した。

アルミニウム箔 0.5268 g をはかり取り、脱イオン水 10 mL と濃塩酸 10 mL および過酸化水素水 5 mL を加えて加熱し、試料を完全に溶解した。静かに煮沸して過剰の過酸化水素を分解除去してから、脱イオン水で 100 mL に定容希釈して分解液とした。分解液の 2 mL をホールピペットで 100 mL メスフラスコに分けとり、塩酸ヒドロキシルアミン溶液 5 mL を加え、脱イオン水を加えて約 50 mL とした。次に、 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 酢酸ナトリウム溶液を 5 mL 、 $3 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 1,10-フェナントロリン溶液 10 mL を加え、脱イオン水で定容希釈したのち、よく振り混ぜて発色させ、試料溶液とした。試料溶液は、光路長 1 cm (定数として扱う) のセルに入れて分光光度計を用いて波長 510 nm で吸光度を測定した。あらかじめ、鉄(II)標準溶液により作成した検量線から求めた波長 510 nm におけるモル吸光係数は、 $1.102 \times 10^4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ であった。

- a) 吸光光度分析の原理となる、光の吸収の強さと吸収物質の濃度の関係をあらわす法則名を述べなさい。また、吸光度 A 、吸収体の厚さ l 、吸収物質の濃度 c 、モル吸光係数 ϵ とし、その関係式を示しなさい。

[解答欄]

- b) 市販の塩酸 (36.5 mass%, 比重 1.188) のモル濃度および規定度を計算しなさい。

[解答欄]

- c) 分光光度計を用いて波長 510 nm で試料溶液の吸光度を測定した結果、吸光度は 0.110 であった。アルミニウム箔中の鉄の濃度 (mass%) を求めなさい。

[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

(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。) -----

