

令和 8 (2026) 年度
学習院大学大学院
自然科学研究科 化学専攻
博士前期課程
試験区分 (一般・春期)
入学試験問題

9:00~12:00	
化学	

令和 8 年度 (2026 年度)

学習院大学大学院

自然科学研究科 化学専攻 博士前期課程

一般入学試験問題

(春期募集)

化 学

注意事項

1. この問題冊子には、無機化学・有機化学・物理化学の 3 分野の問題がまとめられています。表紙を含めて 5 ページあります。印刷等が不鮮明な箇所があったら、早めに申し出なさい。
2. 3 分野すべてに解答しなさい。解答用紙は 1 分野毎に 1 枚とし、分野名・問題番号等も明記しなさい。解答用紙が不足した場合は、裏面を使用しなさい。
3. 試験中に机の上に置けるものは、鉛筆・シャープペンシル・ボールペン（いずれも黒または青のみ）と、消しゴム、計時機能のみの時計、受験票です。通信機能付きの時計やスマートフォン等の通信機器は電源を切って鞆の中にしまってください。これらの通信機器は時計として使用することもできません。

無機化学

問 1 以下の問いについてそれぞれ 100 字程度で答えなさい。

- (a) VSEPR モデルを説明しなさい。
- (b) 元素の周期表で C から N へ行くとこで、核電荷の増加にも関わらず電子親和力が減少する理由を説明しなさい。
- (c) HOMO および LUMO を説明しなさい。

問 2 2 つの d_{xy} 軌道間の結合によって、 π_g 軌道および π_u 軌道を形成する様子をそれぞれ図示しなさい。また、それらが結合性軌道、反結合性軌道のどちらに対応するか答えなさい。

問 3 リン酸 (H_3PO_4) の酸解離反応について、以下の問いに答えなさい。

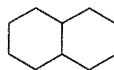
- (a) リン酸は水溶液中で 3 段階の反応で解離する。それぞれの酸解離反応の反応式を書きなさい。
- (b) (a) で答えた 1, 2, 3 段階目の反応の酸解離定数をそれぞれ K_1 , K_2 , K_3 とする。 K_1 , K_2 , K_3 をそれぞれ, $[\text{H}_3\text{PO}_4]$, $[\text{H}_2\text{PO}_4^-]$, $[\text{HPO}_4^{2-}]$, $[\text{PO}_4^{3-}]$, $[\text{H}^+]$ のうち必要なものを用いて表しなさい。
- (c) 全リン酸濃度に対するリン酸イオン濃度の割合を, 酸解離定数 K_1 , K_2 , K_3 , 水素イオン濃度を用いて表しなさい。ただし, 全リン酸濃度とは, $[\text{H}_3\text{PO}_4] + [\text{H}_2\text{PO}_4^-] + [\text{HPO}_4^{2-}] + [\text{PO}_4^{3-}]$ のことである。

問 4 結晶構造に関する以下の問いに答えなさい。

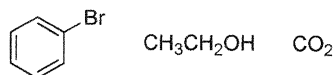
- (a) 閃亜鉛鉱 ZnS とウルツ鉱 ZnS の結晶構造の違いについて説明しなさい。
- (b) CsCl と NaCl は, ともに陽イオン : 陰イオン = 1 : 1 (物質質量比) の塩化物であるが, CsCl は NaCl と同じ岩塩型結晶構造をとらない。この理由について説明しなさい。
- (c) 蛍石 CaF_2 の結晶構造において, Ca^{2+} は何個の F^- にどのような形で配位されているのか, 結晶構造を図示して説明しなさい。

有機化学

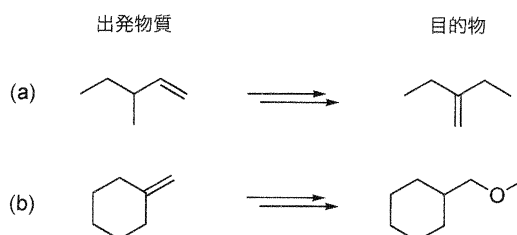
問1 以下に示すデカリンのシス体とトランス体の安定配座を描きなさい。



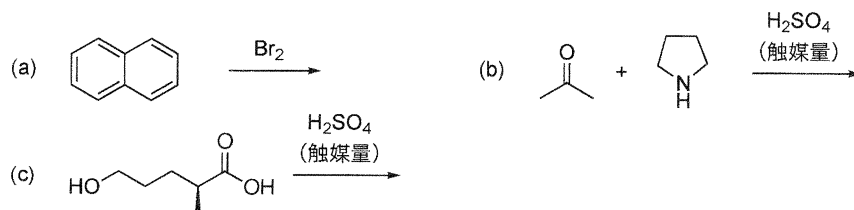
問2 以下に示す化合物と任意の無機化合物を用いて、トリフェニルメタノールを合成したい。適切な合成ルートを考案し、各段階で用いる反応剤と生成物の構造を示しなさい。



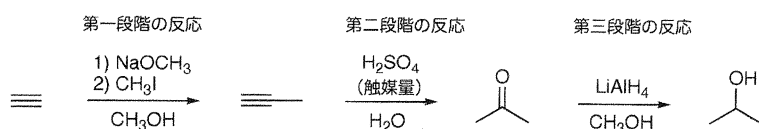
問3 以下の(a), (b)について、指定された出発物質から何段階かの反応を経て対応する目的物を合成したい。適切な合成ルートを考案し、各段階で用いる反応剤と生成物の構造を示しなさい。



問4 以下の反応の主生成物の構造式と反応機構を書きなさい。(a)は2種類の化合物が生成する可能性がある。一方が優先する場合にはその理由も記しなさい。



問5 「エチンを出発原料として用い、プロピン、アセトンを経る合計3段階の反応でプロパン-2-オールを合成せよ」という課題に対し、ある学生は、各反応段階において下式に示す反応剤・溶媒を使用すればよいと考えた。この反応条件で各段階の反応は問題なく進行するだろうか。問題ないと考えられる反応段階については、その反応機構を書きなさい。反応剤・溶媒のいずれか、または両方の選択に問題がある反応については、適切な反応剤・溶媒を理由を添えて指摘した上で、その反応機構を書きなさい。



物理化学

問1 1.0 mol の単原子分子理想気体を圧力 1.0×10^5 Pa の下、体積を 0.041 m^3 から 0.082 m^3 に可逆的に変化させた。以下の問いに答えなさい。気体定数 R を $8.2 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ とする。数値で答える問いには途中経過を書き、有効数字2桁で答えなさい。

- (a) 気体の温度は何 K から何 K になったか答えなさい。
- (b) 気体が外界に対して行った仕事 (J) を求めなさい。
- (c) エネルギー等分配の法則により、熱平衡状態にある系は 1 自由度当たり $k_B T/2$ (k_B はボルツマン定数) のエネルギーを持つことができる。単原子分子理想気体 1 mol の内部エネルギー U が、温度 T と気体定数 R を用いて以下の式であらわされる理由を説明しなさい。

$$U = \frac{3}{2} RT$$

- (d) 気体の内部エネルギー変化量 (J) を求めなさい。
- (e) 気体に外界から与えられた熱エネルギー q (J) を求めなさい。
- (f) 気体のエンタルピー変化量 (J) を求めなさい。

問2 水素分子イオン H_2^+ について以下の問いに答えなさい。ただし、2つの核を A, B とし、A, B を中心とする水素原子の規格化された 1s オービタル波動関数をそれぞれ ϕ_A , ϕ_B とする。

- (a) c_A , c_B を実数のパラメータとして、分子オービタル波動関数 ψ を $\psi = c_A \phi_A + c_B \phi_B$ で近似した。この近似の名称を答えなさい。
- (b) c_A , c_B は、 $E = \int \psi^* \hat{H} \psi d\tau / \int \psi^* \psi d\tau$ が最小になるように定める。これは何という原理に基づく考えであるか答えなさい。ただし、 $\hat{H}$ は系のハミルトニアンである。
- (c) $\alpha = \int \phi_A^* \hat{H} \phi_A d\tau$, $\beta = \int \phi_B^* \hat{H} \phi_B d\tau$, $S = \int \phi_A^* \phi_B d\tau$ とする。 α , β , S の名称を答えなさい。
- (d) E を c_A , c_B , α , β , S で表しなさい。
- (e) $\partial E / \partial c_A = 0$ から得られる c_A , c_B , α , β , S , E の関係式を導きなさい。
- (f) $\partial E / \partial c_B = 0$ から得られる c_A , c_B , α , β , S , E の関係式を書きなさい。答えのみでよい。

(g) (e), (f)で得られた関係式をひとつの行列方程式として示しなさい。

(h) (g)に現れる行列の行列式は 0 に等しい。この理由を述べなさい。

(i) E を α , β , S で表しなさい。

問 3 分子の振動運動に関する次の問いに答えなさい。

(a) 水分子の並進, 回転, 振動の自由度はそれぞれ何個あるか答えなさい。

(b) 水分子には 3 個の基準振動がある。それぞれがどんな振動かを図を使って説明しなさい。

(c) (b)で挙げた 3 個の振動の中で赤外光の吸収に関与する振動はどれか答えなさい。

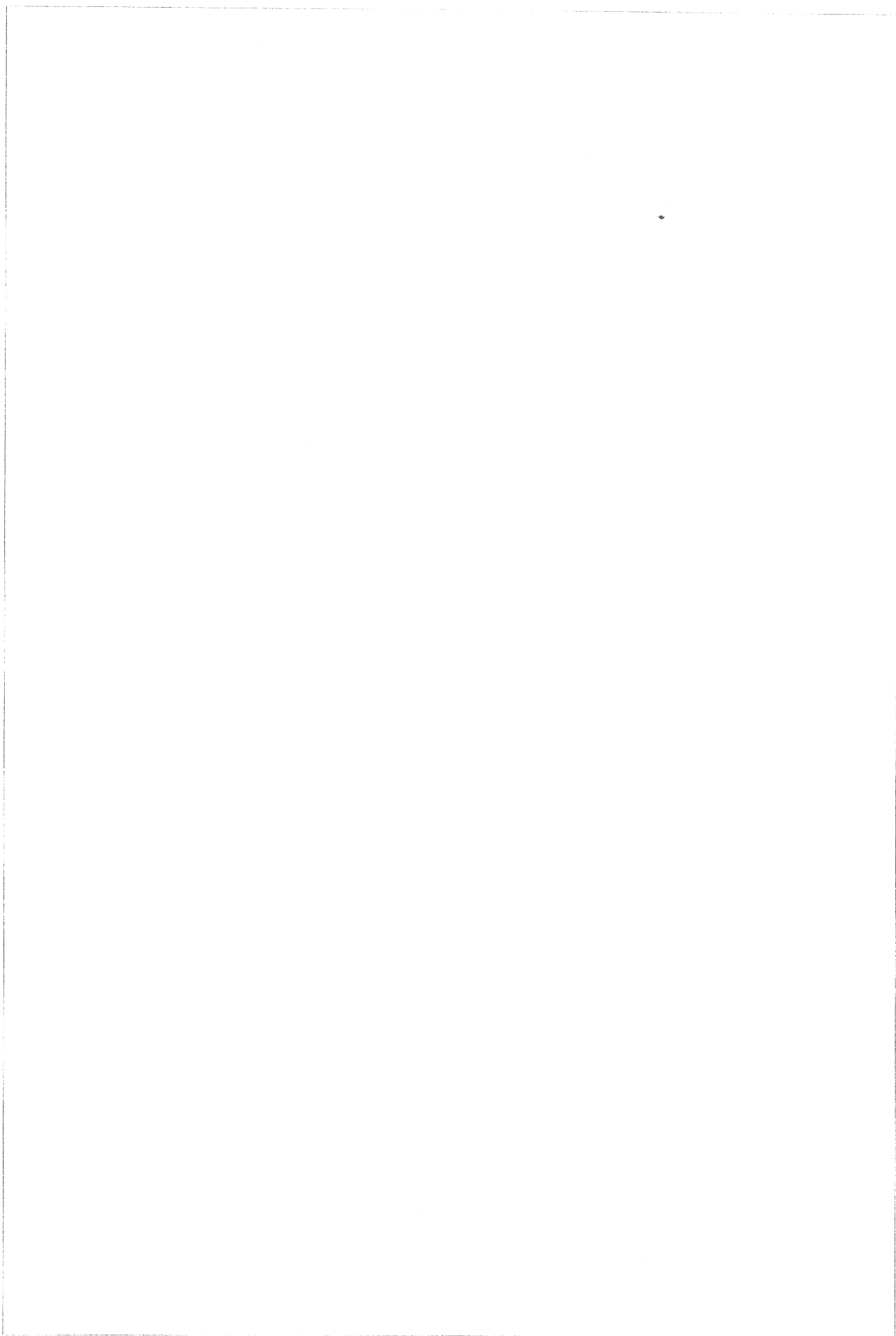
(d) 空間に固定された水分子に, 分子の C_2 軸の方向に偏光した赤外光を照射した。このときに赤外光の吸収に関与する振動は(b)で挙げた 3 個の振動の中のどれかを答えなさい。

(e) (d)の解答に至った理由を説明しなさい。

(注意) ・答案は必ず提出すること。 ・太線内は必ず記入すること。

学習院大学大学院

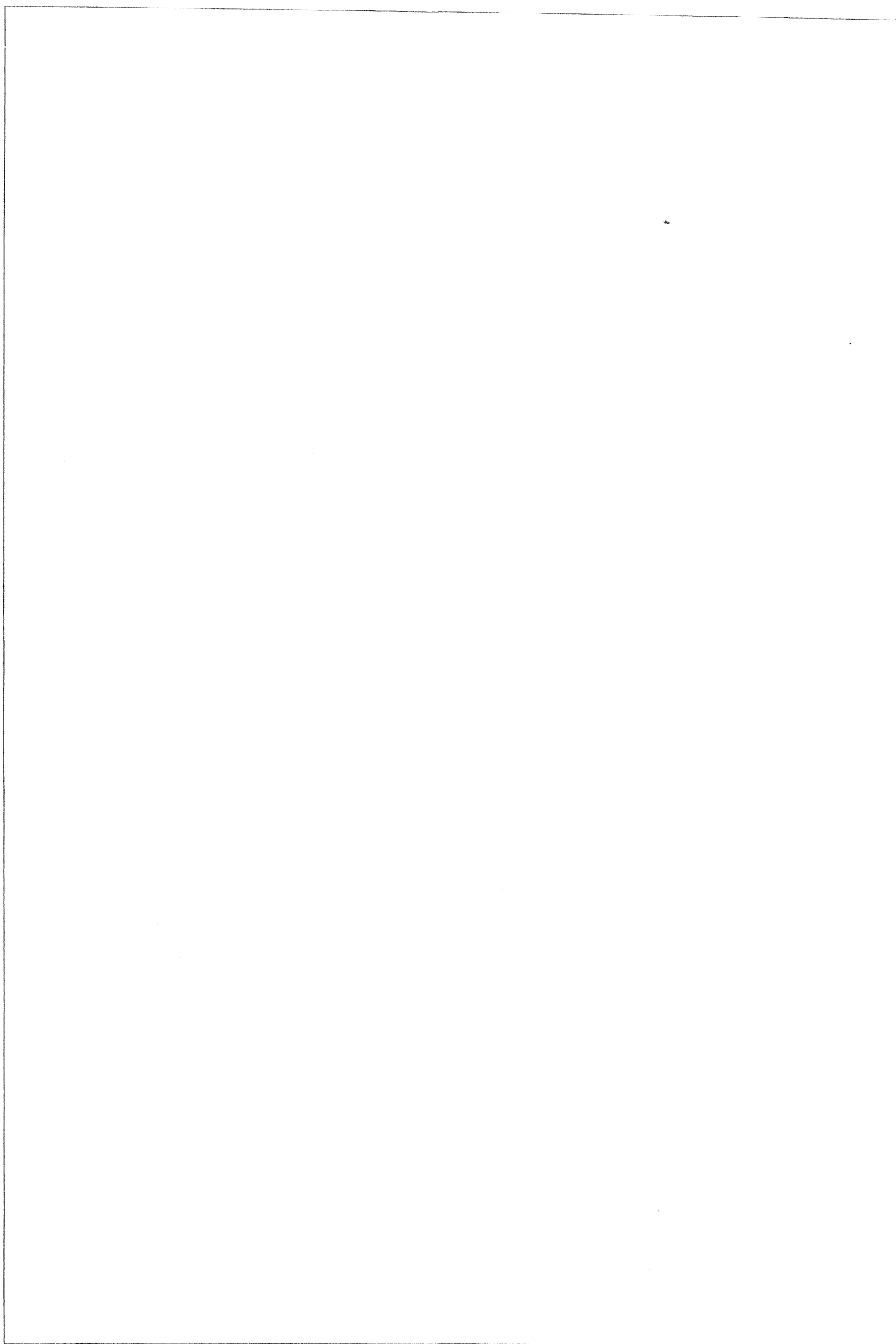
課 程	博士前期課程	研 究 科	自然科学 研究科	専 攻	化学専攻	受験 番号			
試験 科目	2026年度 一般入試(春期募集)			備 考	解 答 用 紙		採 点 欄		
	化		学						



(注意)・答案は必ず提出すること。・太線内は必ず記入すること。

学習院大学大学院

課程	博士前期課程	研究科	自然科学研究科	専攻	化学専攻	受験番号			
試験科目	2026年度 一般入試(春期募集)			備考	解答用紙		採点欄		
	化		学						



(注意) ・答案は必ず提出すること。 ・太線内は必ず記入すること。

学習院大学大学院

課 程	博士前期課程	研 究 科	自然科学 研究科	専 攻	化学専攻	受験 番号	
試験 科目	2026年度 一般入試(春期募集) 化 学			備 考	解 答 用 紙		採 点 欄

