

関西学院大学大学院理工学研究科

2026 年度入学試験

(一次：2025 年 8 月 1 日実施)

基礎科目

化学専攻

(11:10-12:50 100 分)

【試験にあたっての注意】

1. 筆記用具以外はカバンに入れ、カバンは床の上に置くこと。
2. 携帯電話、スマートフォン、ウェアラブル端末、音楽プレーヤー等の音の出る機器の電源を切ること。なお、アラームを設定している人は解除してから電源を切り、カバンにしまうこと。
3. 時計のアラームは解除すること。携帯電話を時計として使用することは認めない。
4. 試験の途中退場は認めない。ただし、やむを得ない場合は挙手し監督者に知らせること。
5. 不審な言動は慎むこと。不正行為が発覚した場合、全科目を0点とする。
6. 試験用紙は以下の構成となっている。
 - ① 問題冊子1冊
 - ② 解答用紙
7. 指示があるまで問題冊子および解答用紙を開かないこと。
8. 解答用紙のホチキスは、はずさないこと（提出時もホチキス留めのまま提出すること）。
9. 各問題は、所定の解答用紙に解答すること。
10. 解答にあたっては、問題冊子および解答用紙に書かれた注意に従うこと。
11. 解答用紙には、氏名は記入せず、受験番号のみを記入すること。
12. 原則、解答用紙の裏面使用は不可。やむを得ず解答欄が不足する場合は<裏面に続く>と記載することで、裏面への記載を認める。
13. 試験終了後、問題冊子は各自持ち帰ること。

以上

[化学専攻（基礎科目）]

次の3題【Ⅰ】～【Ⅲ】のすべてに解答せよ。

問題1 題につき解答用紙1枚を使用し、問題番号および受験番号を解答用紙所定欄に必ず記入すること。

【I】

問 1. シュウ酸二水和物 $(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ を秤量したところ、容器に入ったシュウ酸二水和物は 2.26 g で空の容器は 1.00 g であった。このシュウ酸二水和物を 200 mL メスフラスコ中で溶解し、シュウ酸標準溶液を調製した。調製した標準溶液のモル濃度を計算し、SI 単位で答えよ。なお、シュウ酸二水和物の純度は 100% とし、容器内のシュウ酸二水和物はすべてメスフラスコに移したとする。

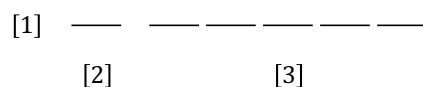
問 2. ある化合物 X は炭素と水素からできている。X の質量が 66.2 g のとき、X に含まれる炭素の質量は 54.0 g であった。この化合物中の炭素と水素の割合を計算し、整数比で答えよ。

問 3. 以下の文章について、合っているものには○、間違っているものには×を書け。

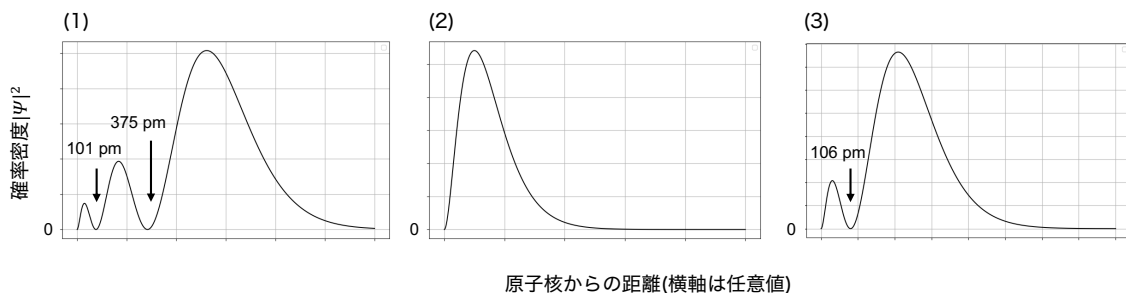
- (1) 炭酸水素ナトリウムは塩酸と反応して、二酸化炭素が発生し、塩化ナトリウムと水ができる。二酸化炭素、水、塩化ナトリウムの質量の和は、炭酸水素ナトリウムと塩酸の質量の和に等しい。
- (2) 塩素と臭素は常温で液体である。
- (3) 質量分析計では、気体にした中性原子を電場により加速し、電場、あるいは磁場をかけることで、その原子の質量を求められる。
- (4) Fe_2O_3 のカチオンと MnCl_2 のカチオンは等電子的である。
- (5) グラファイトの電気抵抗は温度とともに増大する。
- (6) 光路長 1 cm の容器に液体試料を入れ、光を照射したところ、透過した光の強度は照射した光の強度の 70% であった。吸光度は濃度に比例するため、液体試料の濃度を 2 倍にすると試料を透過する光強度は照射した光の強度の 40% になる。

問 4. 基底状態で最外殻の電子配置が $4s^2 3d^6$ の元素は何か？

問 5. 問 4 について、下図の電子配置占有図を完成させよ。なお、[1]には貴ガスの元素記号、[2][3]には原子オービタルの記号(例: 1s)を入れること。横軸(—)が原子オービタルを表し、電子のスピンの(↑または↓)を示せ。



問 6. 下図は s オービタルの確率密度 $|\Psi|^2$ について原子核からの距離に対するプロット(ただし横軸は任意値)を示している。(1)(2)(3)について、それぞれ主量子数(n)を答えよ。



(次頁につづく)

【I】

問 7. X 線の波長は 1.00×10^{-3} nm から 10.0 nm である. X 線のエネルギー(J)を有効数字 3 桁で求めよ. プランク定数= 6.63×10^{-34} J s⁻¹, 光速= 3.00×10^8 m s⁻¹を用いること.

問 8. 次の元素の電気陰性度の小さい順に左から右に並べよ.

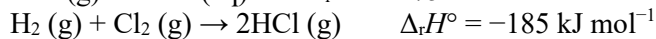
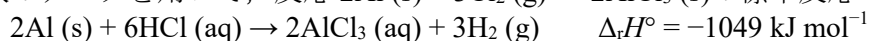
C, Ca, Cs, Cl, Cu

問 9. 猛毒の物質であるシアン化水素のルイス構造を示せ. この際, 結合している電子対は 2 つの原子を結ぶ線で書き, 他の電子は点(・)で記すこと.

【II】

問 1. 以下の問いに答えよ.

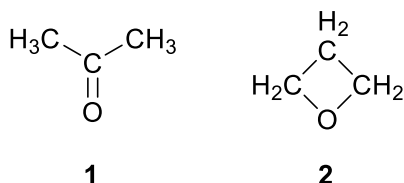
(a) 次のデータを用いて, 反応 $2\text{Al}(\text{s}) + 3\text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{AlCl}_3(\text{s})$ の標準反応エンタルピーを求めよ.



(b) 298 K におけるメタンの水蒸気改質反応 $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightarrow \text{CO}(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g})$ の標準反応ギブズエネルギーを求めよ. 298 K においてこの反応が自発的に進むかどうかも答えよ. ただし, 298 K における $\text{CH}_4(\text{g})$, $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$, $\text{CO}(\text{g})$ の標準モル生成ギブズエネルギーはそれぞれ $-50.7 \text{ kJ mol}^{-1}$, $-228.6 \text{ kJ mol}^{-1}$, $-137.2 \text{ kJ mol}^{-1}$ とする.

(c) H-Br 結合の平均モル結合エンタルピーの値は H-Cl 結合の平均モル結合エンタルピーの値より小さい. その理由を述べよ.

(d) 互いに異性体の関係にある 2-プロパノン **1** とオキセタン **2** の標準モルエントロピーはどちらが大きいと予想されるか. **1** または **2** の番号で答えよ. また, 解答の根拠も述べよ.



問 2. 酢酸 (CH_3COOH) と酢酸ナトリウム (CH_3COONa) の混合水溶液からなる緩衝溶液について考える. CH_3COONa は水中ですべて解離し, 酢酸イオン (CH_3COO^-) になるものとする.

(a) 酢酸は水と反応すると酸として働き, プロトンを供与する. 一方, 酢酸イオンはプロトンを受容して塩基として働く. 酢酸と酢酸イオンのような酸と塩基のペアを一般に何と呼ぶか答えよ.

(b) 酢酸の酸解離定数 K_a と, 酢酸イオンの塩基解離定数 K_b を, 酢酸, 酢酸イオン, ヒドロニウムイオン, 水酸化物イオンのモル濃度, $[\text{CH}_3\text{COOH}]$, $[\text{CH}_3\text{COO}^-]$, $[\text{H}_3\text{O}^+]$, $[\text{OH}^-]$ を用いて, それぞれ書け.

(c) 酢酸と酢酸イオンの K_a と K_b は室温付近では極めて小さく, 緩衝溶液中の酢酸と酢酸イオンのモル濃度は, 最初に加えた酢酸と酢酸ナトリウムの濃度である化学量論濃度に等しい値になるとみなすことができる. この近似から導かれる pH の近似式が何と呼ばれるか答えよ.

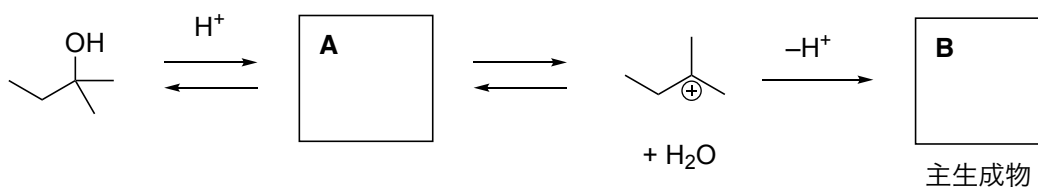
(d) ここまでの近似を用い, 酢酸と酢酸イオンの化学量論濃度を $[\text{CH}_3\text{COOH}]_0$, $[\text{CH}_3\text{COO}^-]_0$ として, (c) の近似式をかけ.

【III】

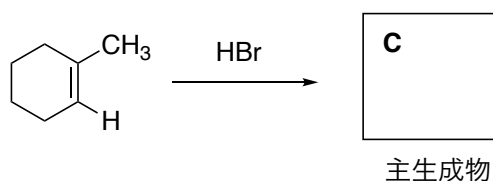
問 1. 次の化合物のルイス構造式を形式電荷と共に書け.

- (a) $\text{CH}_3\text{-SH}$ (b) CH_3NO_2 (ニトロメタン)
 (c) BH_3 (d) $\text{CH}_2=\text{CH-O}^-$ (e) $\text{CH}_3\text{-NH}_3^+$

問 2. 下に示す E1 反応について, 中間体 **A** と主生成物 **B** の構造を記し, 式を完成させよ.

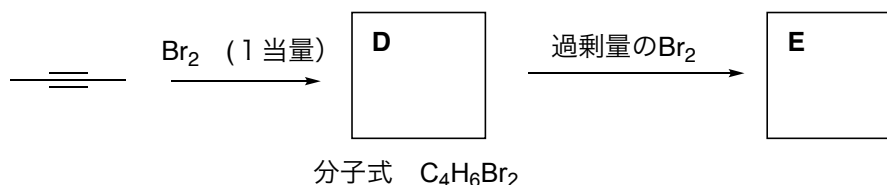


問 3. 次の反応について考える.

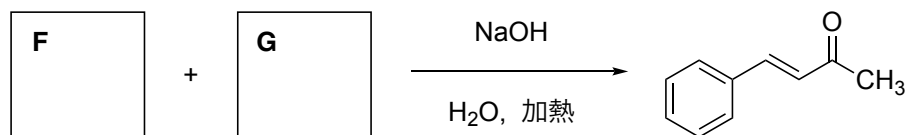


- (a) 主生成物 **C** の構造を書け.
 (b) 反応機構を記載せよ. 電子の流れを示す曲がった矢印で示すこと.

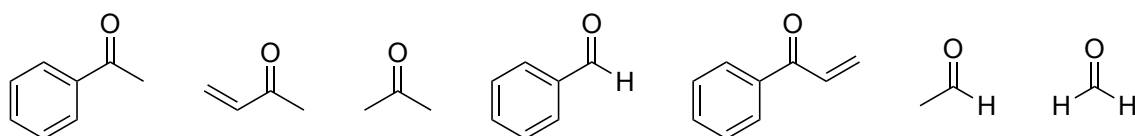
問 4. 次の反応について, 生成物 **D** ならびに **E** の構造を記し, 式を完成させよ.



問 5. 下に示す反応について, 原料 **F** と **G** の構造として適切なものを選択肢から選び, 式を完成させよ.



[選択肢]



化学専攻 2026 年度一次 基礎科目 出題意図

【I】

問 1～3. 有効数字, SI 単位, 原子と分子の基本的な事項について理解を問うた.

問 4～7. 量子科学の基礎的な理解を問うた.

問 8～9. 基礎化学の基礎的な知識を確認するために出題した.

【II】

問 1. 熱力学の基礎的な理解を問うた.

問 2. 酸-塩基反応を取り扱う際の基礎的な用語や理論の知識を確認するために出題した.

【III】

基礎的な有機化学における分子の構造や反応性に関する理解を問うた.

化学専攻 2026 年度一次 基礎科目 解答例

【I】

問 1. 50.0 mol m^{-3}

問 2. 炭素 : 水素 = 3 : 8

問 3. (1)○, (2)×, (3)×, (4)○, (5)×, (6)×

問 4. Fe

問 5. $[\text{Ar}] \begin{array}{c} \uparrow\downarrow \\ [4s] \end{array} \begin{array}{c} \uparrow\downarrow \\ [3d] \end{array} \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$

問 6. (a)3s, (b)1s, (c)2s

問 7. $\lambda=10 \text{ nm}$ のとき $1.99 \times 10^{-17} \text{ J}$

$\lambda=10^{-3} \text{ nm}$ のとき $1.99 \times 10^{-13} \text{ J}$

問 8. $\text{Cs} < \text{Ca} < \text{Cu} < \text{C} < \text{Cl}$

問 9. $\text{H}-\text{C} \equiv \text{N} :$

化学専攻 2026 年度一次 基礎科目 解答例

【II】

問 1.

(a) $-1408 \text{ kJ mol}^{-1}$

(b) $142.1 \text{ kJ mol}^{-1}$, 自発的には進まない

(c) Brの方がClより原子半径が大きく結合距離が長いため, 結合が弱い.

(d) 1

理由: 2では環構造のため原子の運動が制限されるのに対して, 1ではC-C単結合が自由に回転できるため様々な構造をとれるため.

問 2.

(a) 共役酸-塩基対

(b) $K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$, $K_b = \frac{[\text{OH}^-][\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}$

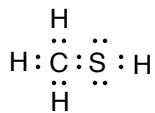
(c) ヘンダーソン-ハッセルバルヒ式

(d) $\text{pH} \approx \text{p}K_a + \log \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]_0}{[\text{CH}_3\text{COOH}]_0}$

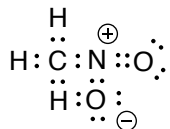
【III】

問 1

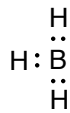
(a)



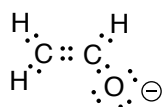
(b)



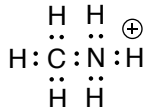
(c)



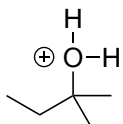
(d)



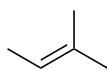
(e)



問 2

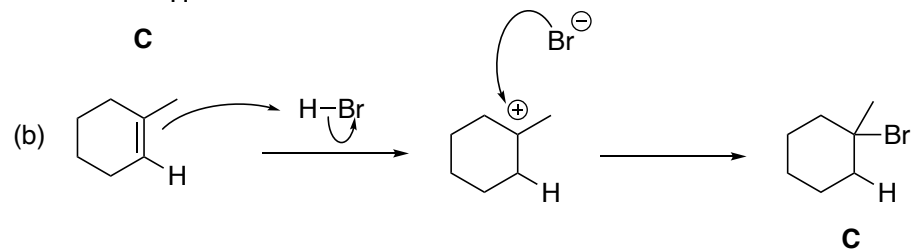
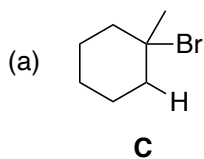


A

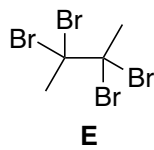
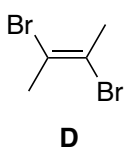


B

問 3



問 4



問 5

