

編入学・学士入学（第3年次）試験

2024年度 大阪公立大学

＜工学部 応用化学科＞

専 門 科 目 問 題
(分析化学・無機化学・物理化学・有機化学)

解答時間 150分

注 意 事 項

1. 問題・解答冊子は、監督者が「解答始め」の指示をするまで開かないこと。
2. 問題・解答冊子は、分析化学，無機化学，物理化学，有機化学の計4部ある。脱落のあった場合には申し出ること。
3. 解答開始後ただちに、問題・解答冊子（計4部）のすべての所定欄に、受験番号を丁寧に記入すること。
4. 解答は、すべて問題・解答用紙の所定欄に記入すること。
5. 解答以外のことを書いたときは、該当箇所の解答を無効とすることがある。
6. 解答終了後、配付された問題・解答冊子はすべて提出すること。

編入学・学士入学（第3年次）試験

2024年度 大阪公立大学

<工学部 応用化学科>

専 門 科 目 問 題
(分析化学)

注 意 事 項

1. 問題は全問解答すること。
2. 解答欄が不足する場合には用紙の裏を使用すること。
3. 計算機の使用は認めない。

科目	専門科目(分析化学)	受験番号	
----	------------	------	--

【注意】 計算が必要とされる問については、計算の過程も記すこと。

I. 塩化ナトリウム (モル質量 58.4 g mol^{-1}) と臭化ナトリウム (モル質量 103 g mol^{-1}) の混合試料を含む水溶液を 0.100 mol L^{-1} 硝酸銀水溶液で滴定したところ 40.0 mL を要した。この操作の後、生成した沈殿を分別し、乾燥したところ 0.662 g であった。混合試料中の塩化ナトリウムと臭化ナトリウムはそれぞれ何 g か。ただし、塩化銀のモル質量を 143 g mol^{-1} 、臭化銀のモル質量を 188 g mol^{-1} とする。なお、生成した沈殿の水への溶解は無視できるものとする。

塩化ナトリウム : _____ g , 臭化ナトリウム : _____ g

II. 弱酸 HA の水溶液を水酸化ナトリウム水溶液で滴定した。水酸化ナトリウムの物質量(横軸) に対する pH (縦軸) の滴定曲線の勾配を示す式を導出せよ。ただし、はじめの HA の物質量を $a [\text{mol}]$, 加えた水酸化物イオンの物質量を $b [\text{mol}]$, 混合溶液の体積を $V [\text{L}]$ で表すものとする。また、 pH と $\text{p}K_a (= -\log_{10} K_a, K_a: \text{酸解離定数})$ とが等しいときの a と b の関係を示せ。解答は、 a, b, V のうち適切な記号を含む式として示すこと。なお、 HA の電離度は小さく、無視できるものとする。必要ならば、次の数値を用いよ。 $\ln 10 = 2.3$ (ただし、“ \ln ” は自然対数を意味する)

滴定曲線の勾配 : _____, a と b の関係 : _____

科目	専門科目(分析化学)	受験番号	
----	------------	------	--

【注意】 計算が必要とされる問については、計算の過程も記すこと。

Ⅲ. 0.10 mol L^{-1} のジプロトン酸 H_2A の水溶液 50 mL を、 0.10 mol L^{-1} の水酸化ナトリウム水溶液を用いて滴定した。水酸化ナトリウム水溶液の滴下前、 10 mL 滴下後、 50 mL 滴下後の pH をそれぞれ答えよ。ただし、 H_2A の酸解離定数は、 $K_{a1} = 1.0 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$ 、 $K_{a2} = 1.0 \times 10^{-9} \text{ mol L}^{-1}$ とする。必要があれば、次の値を使用せよ。 $\log_{10} 2.0 = 0.30$ 、 $\log_{10} 3.0 = 0.48$

(1) 滴下前

pH _____

(2) 10 mL 滴下後

pH _____

(3) 50 mL 滴下後

pH _____

科目	専門科目(分析化学)	受験番号	
----	------------	------	--

IV. 化学平衡に関して、以下の問に答えよ。

(1) ルシャトリエの原理について簡潔に説明せよ。

(2) 平衡定数に関する次の (あ) ~ (お) の記述のうち、誤っているものをすべて選び、記号で答えよ。

- (あ) 大きい平衡定数は、反応が非常に大きい速度で進むことを意味している。
- (い) 大きい平衡定数は、大きな負の標準ギブズ自由エネルギー変化によるものである。
- (う) 溶液反応における平衡定数は、圧力が変化しても変わらない。
- (え) 温度が一定であれば、平衡状態にある物質の濃度によらず平衡定数は一定である。
- (お) 触媒は、平衡定数に影響する。

記号： _____

V. 次に示す語句を分析化学に関連させて簡単に説明せよ。ただし、2つの語句の違いを明らかにすること。

(1) 系統誤差と偶然誤差

(2) 検出限界と定量下限

編入学・学士入学（第3年次）試験

2024年度 大阪公立大学

<工学部 応用化学科>

専 門 科 目 問 題
(無機化学)

注 意 事 項

1. 問題は全問解答すること。
2. 解答欄が不足する場合には用紙の裏を使用すること。
3. 計算機の使用は認めない。

科目	専門科目(無機化学)	受験番号	
----	------------	------	--

II. ${}_{22}\text{Ti}$ の電子配置は $[\text{Ar}] 3d^2 4s^2$ と表すことができる。 ${}_{22}\text{Ti}^{2+}$ および ${}_{24}\text{Cr}$ の電子配置を記せ。ただし, $[\text{Ar}]$ はアルゴンの電子配置を示す。

• ${}_{22}\text{Ti}^{2+}$ の電子配置 :

• ${}_{24}\text{Cr}$ の電子配置 :

III. 15 族元素について以下の問に答えよ。

(1) PCl_5 , PH_3 , H_3PO_3 において, リンの酸化数が大きい順に化合物を並べよ。

(大きい) > > (小さい)

(2) PCl_5 分子の立体構造を描け。またこの分子中における化学結合を多中心多電子結合の概念に基づいて説明せよ。

立体構造

化学結合の説明 :

(3) NH_3 , PH_3 , AsH_3 において, 結合角が大きい順に並べよ。その理由について, 電気陰性度の観点から説明せよ。

• 順序 : (大きい) > > (小さい)

• 理由 :

科目	専門科目(無機化学)	受験番号	
----	------------	------	--

IV. ボルン・ハーバーサイクルを用いて、 KCl(s) の格子エネルギー U を求めよ。

ただし、 KCl(s) の生成熱は 437 kJ mol^{-1} 、 K(s) の昇華熱および K(g) の第一イオン化エネルギーはそれぞれ 89.0 kJ mol^{-1} 、 418 kJ mol^{-1} 、 Cl(g) の電子親和力および $\text{Cl}_2(\text{g})$ の解離エネルギーはそれぞれ 349 kJ mol^{-1} 、 244 kJ mol^{-1} とする。計算の過程も記すこと。

V. 次に示す語句を簡単に説明せよ。

(1) 有効核電荷

(2) 双極子モーメント

(3) HSAB の概念

編入学・学士入学（第3年次）試験

2024年度 大阪公立大学

<工学部 応用化学科>

専 門 科 目 問 題
(物理化学)

注 意 事 項

1. 問題は全問解答すること。
2. 解答欄が不足する場合には用紙の裏を使用すること。
3. 計算機の使用は認めない。

科目	専門科目(物理化学)	受験番号	
----	------------	------	--

【注意】計算が必要とされる問については、計算の過程も記すこと。

I. 次の各問に答えよ。

- (1) 密度 1.40 g mL^{-1} の硫酸水溶液は、質量百分率で 50.0% の硫酸を含む。この硫酸水溶液のモル濃度 c を求めよ。ただし、原子量は、 $\text{H} = 1.00$, $\text{O} = 16.0$, $\text{S} = 32.0$ を用いよ。

$$c = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mol L}^{-1}$$

- (2) 実在気体においては、温度が高くなると理想気体のふるまいに近づく。この理由を説明せよ。

- (3) 1.00 g の炭化水素 **A** が、熱容量 $1.00 \times 10^3 \text{ J K}^{-1}$ の熱量計の中で燃やされ、熱量計の温度が 5.00 K 上昇した。**A** のモル燃焼エンタルピー ΔH を計算せよ。ただし、**A** のモル質量は $1.00 \times 10^2 \text{ g mol}^{-1}$ である。

$$\Delta H = \underline{\hspace{2cm}} \text{ kJ mol}^{-1}$$

- (4) 5.00 L の理想気体が、 300 K , 2.00 bar でピストンの中に入っている。 10.0 L になるまで等温可逆的に膨張させたときに系になされる仕事 w を求めよ。ただし、気体定数は $8.3 \times 10^{-2} \text{ bar L K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 8.3 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ を用いよ。必要ならば、 $\ln 2 = 0.69$, $\ln 3 = 1.1$, $\ln 5 = 1.6$ (ただし、“ \ln ”は自然対数を意味する) を用いよ。

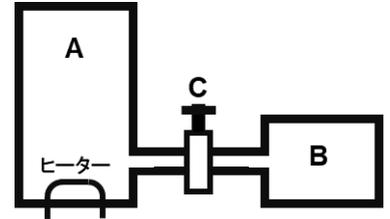
$$w = \underline{\hspace{2cm}} \text{ kJ}$$

科目	専門科目(物理化学)	受験番号	
----	------------	------	--

【注意】 計算が必要とされる問については、計算の過程も記すこと。

II. 次の文章を読み、各問に答えよ。ただし、気体定数を R 、単原子分子理想気体 X の定積モル熱容量を C_V とする。また、温度はすべて絶対温度を意味する。

図に示すように、断熱材で囲まれた容器 **A** (体積 V_A) と容器 **B** (体積 V_B) がコック **C** の付いた細い管で連結されている。また、**A** には内部の気体の温度を変えることができるヒーターが取り付けられている。 **C** と細い管の容積、ヒーターの体積および熱容量、**A** と **B** の熱膨張は無視できるものとする。



(1) **A** に温度 T_1 [K], n [mol] の X を入れ、**B** は真空である。 **C** を開いて全体の状態が一様になったときの X の圧力 P_1 を、 V_A , V_B , n , R , T_1 のうち適切な記号を含む式で表せ。

$$P_1 = \underline{\hspace{10cm}}$$

(2) (1) の操作後、 **C** を閉じて **A** 内にある X を温度 T_2 になるまでヒーターで加熱した。このとき、 **A** 内の X の圧力 P_2 と内部エネルギーの増加量 ΔU を、それぞれ P_1 , V_A , V_B , n , R , T_1 , T_2 , C_V のうち適切な記号を含む式で表せ。

$$P_2 = \underline{\hspace{10cm}}$$

$$\Delta U = \underline{\hspace{10cm}}$$

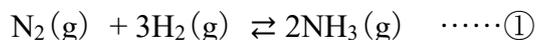
(3) (2) の操作後、再び **C** を開いて全体を一様な状態にした。このとき X の温度 T_3 を、 P_1 , V_A , V_B , n , R , T_1 , T_2 , C_V のうち適切な記号を含む式で表せ。

$$T_3 = \underline{\hspace{10cm}}$$

科目	専門科目(物理化学)	受験番号	
----	------------	------	--

【注意】計算が必要とされる問については、計算の過程も記すこと。

Ⅲ. 次式①で表される可逆反応について各問に答えよ。必要ならば、 $\ln 2 = 0.69$, $\ln 3 = 1.1$, $\ln 5 = 1.6$ (ただし, “ln”は自然対数を意味する) を用いよ。



ただし, $\text{N}_2(\text{g})$, $\text{H}_2(\text{g})$, $\text{NH}_3(\text{g})$ の 298 K での標準生成エンタルピー ΔH_f° と標準エントロピー ΔS° と定圧モル熱容量 C_p はそれぞれ下表のとおりである。また, C_p は温度によらず一定とする。

	$\Delta H_f^\circ / \text{kJ mol}^{-1}$	$\Delta S^\circ / \text{J K}^{-1} \text{mol}^{-1}$	$C_p / \text{J K}^{-1} \text{mol}^{-1}$
$\text{N}_2(\text{g})$	0	1.92×10^2	2.91×10
$\text{H}_2(\text{g})$	0	1.31×10^2	2.88×10
$\text{NH}_3(\text{g})$	-4.61×10	1.93×10^2	3.57×10

(1) 式①で表される反応の 298 K での標準ギブズ自由エネルギー変化 ΔG_{298}° を求めよ。

$$\Delta G_{298}^\circ = \underline{\hspace{2cm}} \text{ kJ}$$

(2) 式①で表される反応の 894 K での標準ギブズ自由エネルギー変化 ΔG_{894}° を求めよ。

$$\Delta G_{894}^\circ = \underline{\hspace{2cm}} \text{ kJ}$$

編入学・学士入学（第3年次）試験

2024年度 大阪公立大学

<工学部 応用化学科>

専 門 科 目 問 題
(有機化学)

注 意 事 項

1. 問題は全問解答すること。
2. 解答欄が不足する場合には用紙の裏を使用すること。
3. 計算機の使用は認めない。

科目	専門科目(有機化学)	受験番号	
----	------------	------	--

I. 次の化合物の構造式を立体化学がわかるように記せ。

(1) (S)-2,3,6-trimethylheptane

(2) (Z)-3-ethyl-2-methylhex-2-en-1-ol

II. 次の化合物の共鳴構造式を記せ。

(1) N_2CH_2

(2) O_3

III. 次の化合物の組で、酸性度がより高い化合物を○で囲め。また、その理由を簡潔に記せ。

(1) $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$ $\text{HC}\equiv\text{CH}$

理由：

(2) CH_3COOH CF_3COOH

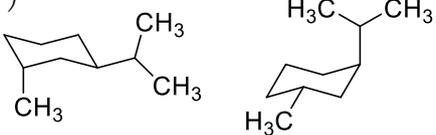
理由：

(3) CH_3OH CH_3SH

理由：

IV. 次の異性体の組で、熱力学的安定性がより高い化合物を○で囲め。また、その理由を簡潔に記せ。

(1)  理由：

(2)  理由：

科目	専門科目(有機化学)	受験番号	
----	------------	------	--

V. 次の反応において、反応条件を (ア) ~ (ウ) に変更すると反応の初速度は増加する、低下する、変わらない、のどれになるか答えよ。また、その理由を簡潔に記せ。



(ア) 溶媒である DMSO の量を 2 倍にする (イ) 溶媒をメタノールにする

反応の初速度：

反応の初速度：

理由：

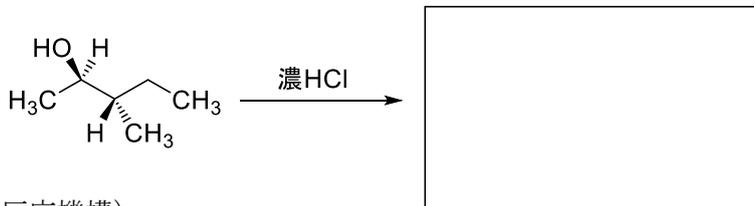
理由：

(ウ) NaCN の量を 3 倍にする

反応の初速度：

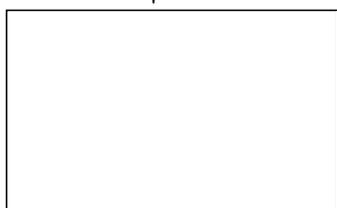
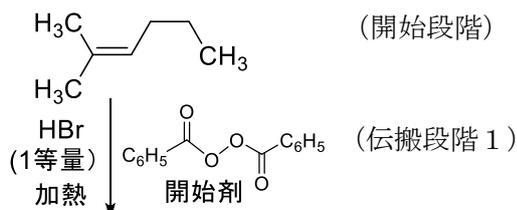
理由：

VI. 次の反応では不斉原子と不飽和結合をもたない化合物が生成する。この反応の生成物の構造式を 内に記せ。また、反応機構を電子の動きを示す曲がった矢印で記せ。



(反応機構)

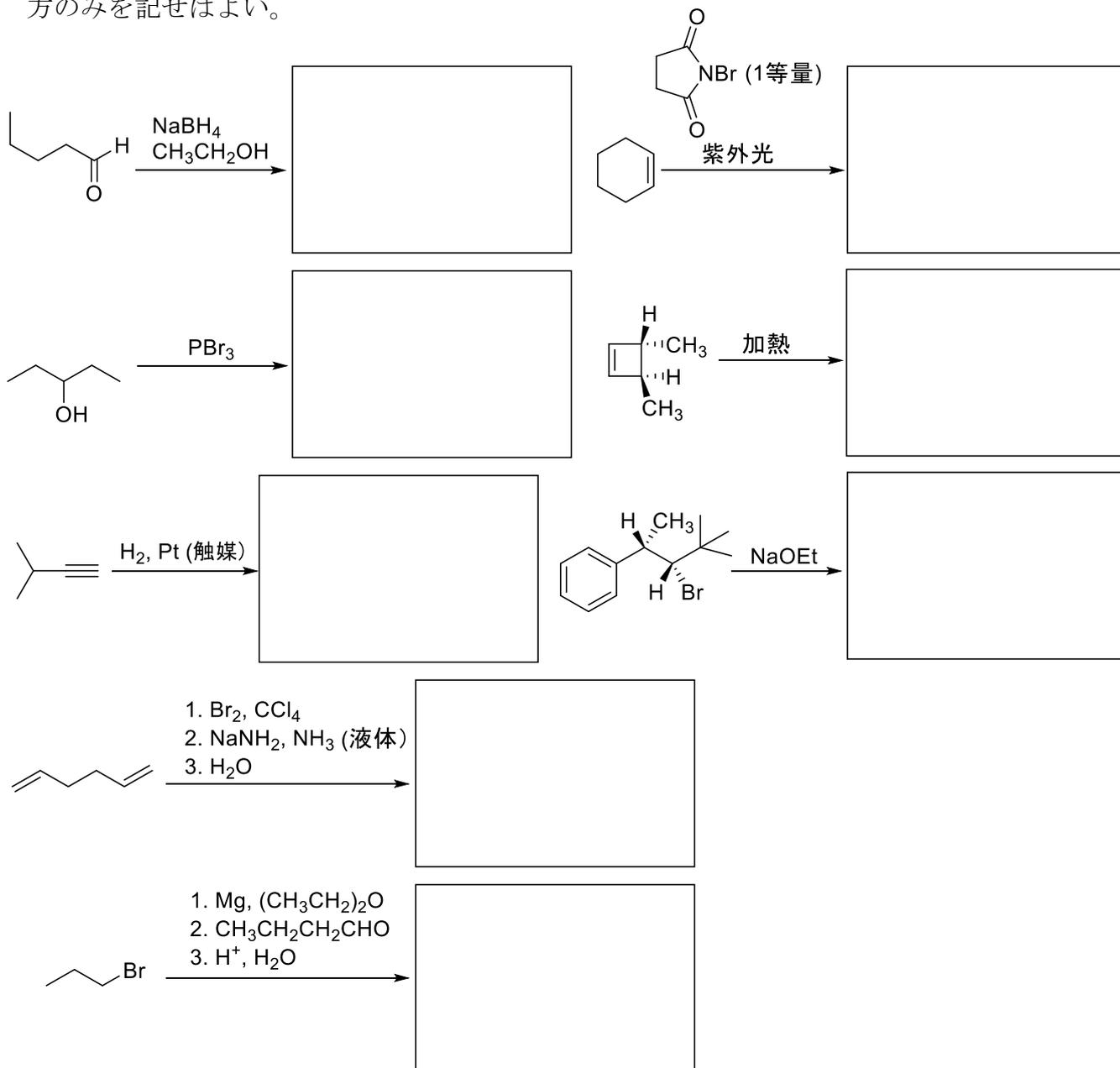
VII. 下に示すアルケンに対する臭化水素のラジカル付加反応の主生成物の構造式を 内に記せ。ラセミ混合物の場合は、鏡像異性体の一方のみを記せばよい。また、ラジカル連鎖反応の開始段階と 2 つの伝搬段階の機構を、電子の動きを示す曲がった矢印で記せ。



(伝搬段階 2)

科目	専門科目(有機化学)	受験番号	
----	------------	------	--

VIII. 次の反応式の 内に適切な構造式を記せ。ラセミ混合物の場合は、鏡像異性体の一方のみを記せばよい。



IX. ベンゼンから 3-ブロモアニリンを合成する経路を反応式で記せ。反応機構はなくてもよいが、反応剤と中間生成物は明記すること。