

令和7年度専攻科入学試験学力検査問題（前期）

専 門 科 目【応用物質工学専攻】

注意事項

1. 検査開始の合図まで、問題（解答）用紙を開いてはいけません。
2. 問題冊子の総枚数は表紙を含め7枚です。
3. 検査科目は、下表のように分けられています。

検 査 科 目	必須・選択の区別
・無機化学 ・有機化学 ・物理化学	全て選択科目です。 2科目を選択し、解答してください。

4. 落丁、乱丁及び印刷不鮮明の箇所等があれば、直ちに申し出てください。
5. 問題冊子の所定の箇所に受験番号を記入してください。
6. 受験番号は、表紙および選択した科目にのみ記入してください。選択しない科目には記入しないでください。
7. 解答は、問題（解答）用紙の所定の欄に記入してください。
8. 問題（解答）用紙の総得点欄、小計欄及び得点欄には記入しないでください。
9. 本校で準備した、関数電卓の使用を認めます。
10. 検査開始後、20分は退室を許可しません。

【応用物質工学専攻】「無機化学」（2／2）

小計

- 3 1 dm³ の水溶液中に難溶性沈殿 AgBr ($K_{sp} = 5.01 \times 10^{-13} \text{ M}^2$) および CaC₂O₄ ($K_{sp} = 1.29 \times 10^{-9} \text{ M}^2$) がそれぞれ 0.005 mol だけ分散した懸濁液がある。次の問(1)~(3)に答えなさい (27 点)

- (1) AgBr 懸濁液に NH₃ を添加して沈殿を溶解させるために必要な NH₃ の物質量は何 mol か。Ag (NH₃)₂⁺ の全安定度定数は $\beta_2 = 1.70 \times 10^7$ とする。
- (2) CaC₂O₄ 懸濁液に edta (エチレンジアミン四酢酸) を添加して沈殿を溶解させるために必要な edta の物質量は何 mol か。Ca(edta)²⁻ の安定度定数は $\log K = 10.7$ とする。
- (3) 一般的に単座配位子より多座配位子の方が安定度定数は大きい。この理由について、具体的な物質の例を挙げ、熱力学的視点から説明しなさい。

【解答欄】

(1)	(計算過程を明記すること)	答え	mol	得点
				/9
(2)	(計算過程を明記すること)	答え	mol	得点
				/9
(3)				得点
				/9

- 4 半径 r の陽イオンと半径 R の陰イオンからなるイオン結晶の半径比 (r/R) と配位数の関係について次の問(1)~(4)に答えなさい。 (23 点)

- (1) 一般的に r は R より小さく、半径比 r/R は 1 より小さい。その理由を述べなさい。
- (2) NaCl 構造は 6 配位である。NaCl 構造の単位格子を描きなさい。陽イオンを●、陰イオンを○で示すこと。
- (3) 1 つの陽イオンが 4 つの陰イオンに囲まれた 4 配位構造において、すべてのイオンが接するときのイオン半径比を有効数字 3 桁で求めなさい。
- (4) 実際の 4 配位のイオン結晶において、イオン半径比 r/R は前問(3)で求めた値より、大きいか小さいか、理由とともに述べなさい。

【解答欄】				得点
(1)		(NaCl 単位格子)	(1)	得点
			(2)	/3
(3)		(2)	(3)	得点
	答え $r/R =$		(4)	/10
(4)				/5

令和7年度専攻科入学試験学力検査問題 (前期)

【応用物質工学専攻】有機化学 (1/2)

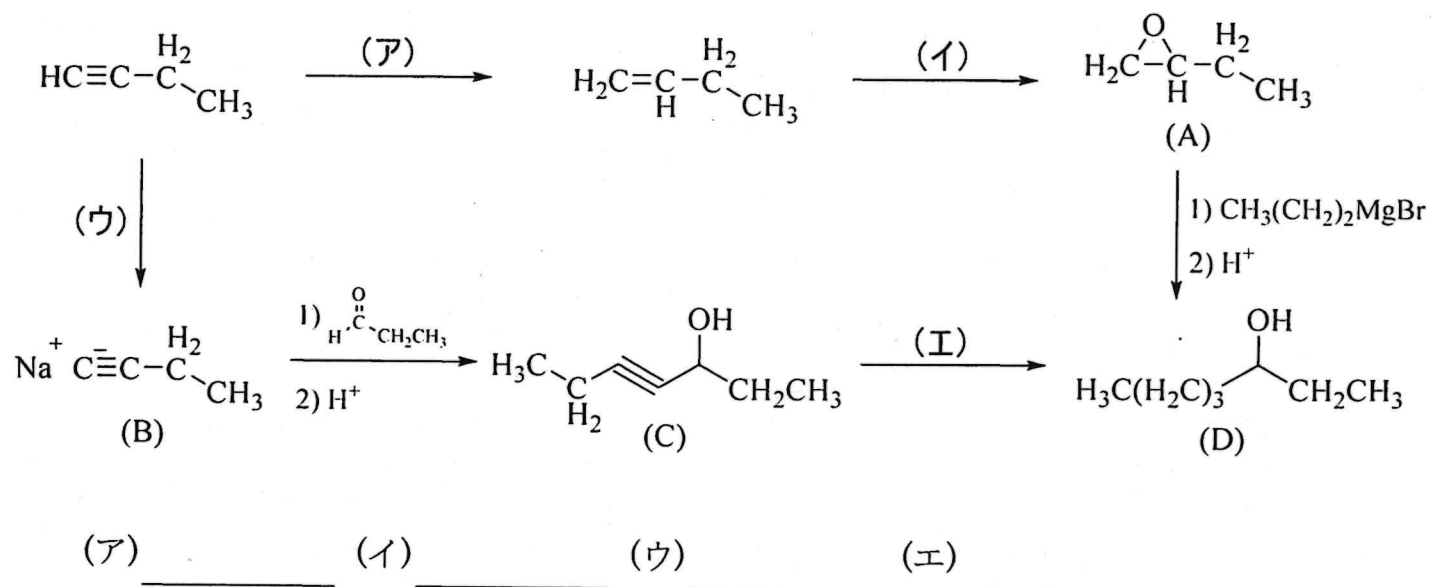
総得点

小計

得点

1 以下の反応について各問に答えなさい。なお (A) ~ (D) は化合物を、(ア)~(エ)は反応試薬を示しています。 [50 点]

①(ア)~(エ)にあてはまる最適な試薬を以下の選択肢 A から選びなさい。(5×4=20 点)



<選択肢 A>

(a) H_2 , Pd/C (b) H_2 , リンドラー試薬 (c) *m*-クロロ過安息香酸 (過酸) (d) H_2CrO_4 (e) NaNH_2

②化合物(A)から化合物(D)を合成する際の反応機構を書きなさい。(15 点)

得点

③化合物(B)から化合物(C)を合成する際の反応機構を書きなさい(15 点)

得点

令和7年度専攻科入学試験学力検査問題（前期）

小計

【応用物質工学専攻】有機化学（2/2）

得点

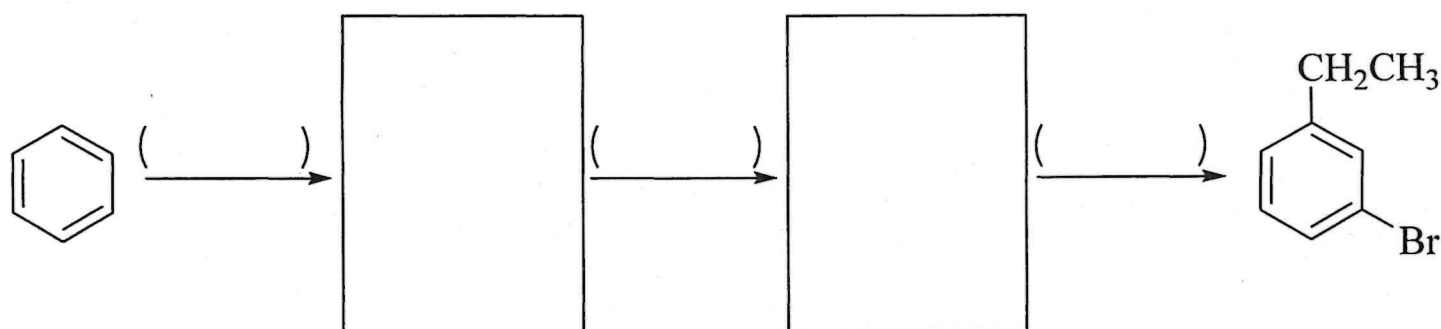
- 2 (R)-2-ブロモヘキサンから(S)-2-ヘキサノールを合成したい。(R)-2-ブロモヘキサンにどのような試薬を反応させると良いかを答え、なぜその試薬が適当なのかを、反応の立体化学を考慮して説明しなさい。[5+10=15点]

試薬

説明

- 3 ベンゼンから *m*-エチルブロモベンゼンを合成する際の以下の反応式について、反応式中の□の中に中間生成物の構造式を書きなさい。また反応条件を選択肢 B から選び矢印上の（ ）内に記号で答えなさい。[4×5=20点]

得点

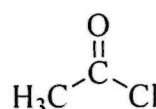


<選択肢 B>

(a) Br₂, FeBr₃

(b) NaBr

(c) CH₃CH₂Cl, AlCl₃

(d) , AlCl₃

(e) H₂, Pd/C

(f) H₂CrO₄, Δ

(g) H₂SO₄, HNO₃

- 4 プロパン酸はプロパノールと比較して p*K*_a が小さく、酸性を示します。その理由を、図を示して説明しなさい。[5+10=15点]

得点

図

理由

受験番号

令和7年度専攻科入学試験学力検査問題（前期）

【応用物質工学専攻】「物理化学」（1／2）

総得点

小計

〔共通〕 必要であれば以下の数値を使用しなさい。

アボガドロ数	$6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$	原子量	H=1.00, C=12.0, N=14.0, O=16.0
気体定数	$8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$	(モル質量)	
ファラデー定数	$9.649 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1}$		

1 気体分子(質量 m)が容器(体積 V)の壁に衝突する現象は壁が受ける圧力と考えることができる。以下の設問に答えなさい。

なお、本問に定義されていない文字を使うときは解答欄に定義して使うこと。((1)5点、(2)20点、計25点)

(1) N 個の分子が存在する系において、分子それぞれの速度を v_i で示すとする。ここで、 i は 1 から N である。根平均二乗速度

$(|u|)$ とは、分子の速さの二乗の平均値の平方根と定義される。 $|u|$ を v_i を用いて表現しなさい。

(2) (1)の $|u|$ を用いると、この系の圧力が $\frac{Nm|u|^2}{3V}$ であることを示しなさい。

【解答欄】		得点
(1)		/5
(2)	(導出過程を明記すること)	/20

2 平衡状態にある系の相の数を P 、系に存在するすべての相の組成を指定するのに必要で独立な化学種の最小数を C とすると平衡状態にある系の相の数を変えずに独立に変えることのできる示強変数の数は $C - P + 2$ となることを示しなさい。(20点)

【解答欄】		得点
	(導出過程を明記すること)	/20

令和7年度専攻科入学試験学力検査問題（前期）

小計

【応用物質工学専攻】「物理化学」（2／2）

3 以下に示す水溶液のpHを求めなさい。アンモニア(NH_3)の塩基定数は $10^{-4.75}$ 、水の自己プロトリシス定数は 1.00×10^{-14} とする。

（各10点、計40点）

- (1) 濃度 $1.00 \times 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$ のアンモニア水溶液。
- (2) 濃度 $0.100 \text{ mol dm}^{-3}$ の塩化アンモニウム水溶液。
- (3) 濃度 $0.100 \text{ mol dm}^{-3}$ のアンモニア水溶液と濃度 $0.100 \text{ mol dm}^{-3}$ の塩化アンモニウム水溶液を等モル含む緩衝液。
- (4) (3)の緩衝液 500 cm^3 に $0.500 \text{ mol dm}^{-3}$ の塩酸水溶液を 5.00 cm^3 加えた溶液。

【解答欄】		得点
(1)	(計算過程を明記すること)	/10
(2)	(計算過程を明記すること)	/10
(3)	(計算過程を明記すること)	/10
(4)	(計算過程を明記すること)	/10

4 断熱剤で覆われたピストンの中央に多孔質の隔壁を置き、隔壁の右側に理想気体分子を充填した（圧力 P_1 、体積 V_1 ）。ゆっくりと右側の気体を左側に押し出す実験を行い、終状態では気体が左側に完全に移り、その圧力が P_2 、体積が V_2 であった。この過程が等エンタルピー過程であることを示しなさい。なお、本問に定義されていない文字を使うときは解答欄に定義して使うこと。（15点）

【解答欄】		得点
(導出過程を明記すること)		/15