

# 令和3年度創成科学研究科理工学専攻修士課程入学試験問題

## 化 学

(一般入試)

(自然科学 コース)

### (注意事項)

1. 問題・解答用紙は、係員の指示があるまで開かないこと。
2. 問題・解答用紙は、この表紙を除いて問題・解答用紙 9 枚である。
3. 解答は、指定された解答欄に書くこと。指定された解答欄以外に書いたものは採点しない。  
また、裏面に解答したものも採点しない。
4. 解答開始後、問題・解答用紙の所定欄に受験番号をはっきりと記入すること。
5. 問題は、必須問題の基礎化学6問、選択問題の専門科目3問の合計9問からなる。  
①基礎化学6問(その1~その6)は、全問必ず解答すること。  
②専門科目(その7~その9)については、第1希望の研究分野の問題を1問選択し、その問題の選択欄(□)に○を記入した後解答せよ。2問以上を解答した場合、専門科目の解答は全て無効とする。
6. 試験で使用する電卓は、貸し出す。
7. 貸し出した電卓の電源を「ON」にしたあと、次の計算を実行して操作を確かめてください。  
この計算は、試験の評価に含まない。

計算式	電卓入力手順	計算結果
$\text{Log } 10 = 1$	: [log]+[10]+[=]	表示 1
$\ln 10 = 2.303$	: [ln] +[10]+[=]	表示 2.30258...
$10 \text{ の } 0.5 \text{ 乗} = 3.162$	: [shift]+[log]+[0.5]+[=]	表示 3.16227...
$e \text{ の } 0.5 \text{ 乗} = 1.649$	: [shift]+[ln] +[0.5]+[=]	表示 1.64872...

8. 試験終了後、配布した用紙、電卓などすべて回収する。

受験番号	
------	--

## 化 学 その 1

基礎化学 (基礎事項)

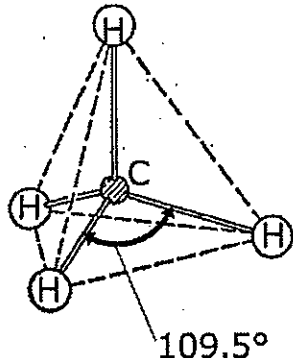
第1問 次の [1] と [2] に答えよ。

[1] 「ロンドン分散力 (分子間力)」が生じるメカニズムについて略図を示して概説せよ。

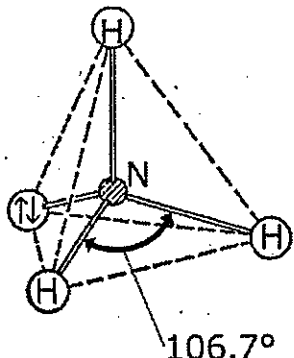
解答欄

[2] H-M-H の結合角はメタン分子で  $109.5^\circ$ 、アンモニア分子で  $106.7^\circ$ 、水分子で  $104.5^\circ$  である。結合角が変化する理由について分子構造を用いて簡潔に説明せよ。

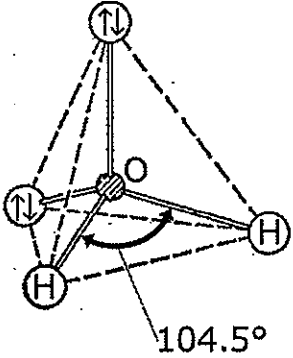
解答欄



$109.5^\circ$



$106.7^\circ$



$104.5^\circ$

↑↓ : ローンペアー (非共有電子対)

小計	点
----	---

受験番号

## 化学 その2

基礎化学（無機・分析化学）

第2問 次の〔1〕と〔2〕に答えよ。

〔1〕 25°Cにおいて 0.10 M 酢酸水溶液 20.0 mL と 0.10 M 酢酸ナトリウム水溶液  $x$  mL を混合して pH=4.64 に調製した。この体積  $x$  mL を求めよ。その後この緩衝溶液 20.0 mL を分取し、0.20 N 塩酸を 0.10 mL 添加した後の pH を求めよ。解法の過程も説明せよ。酢酸の  $pK_a=4.76$ 。

解答欄(解法の過程)

答. AcONa 溶液の体積 \_\_\_\_\_ , 0.20N 塩酸添加後の pH = \_\_\_\_\_

〔2〕 次の錯体の立体構造の略図と中心金属イオンの混成軌道を示せ。



Co(III) 混成軌道:



Ni(II) 混成軌道:

小計

点

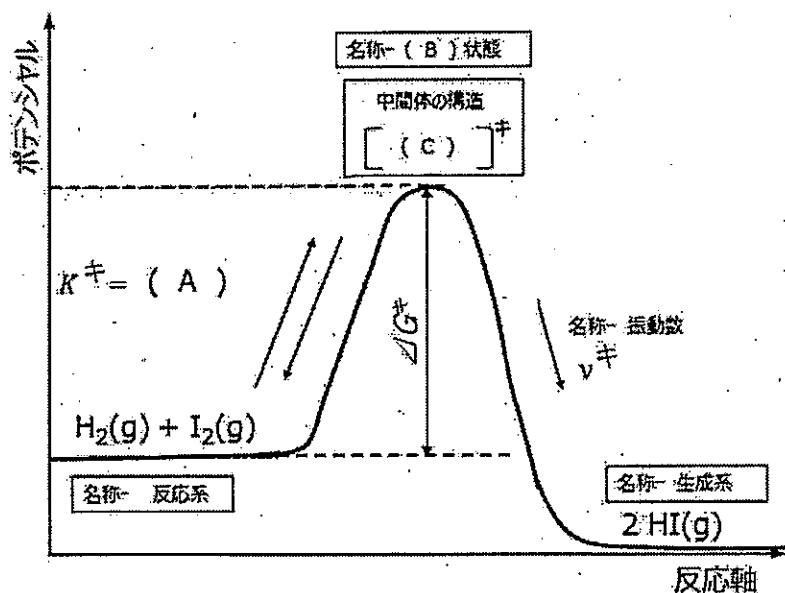
受験番号

化学 その3

基礎化学 (物理化学)

第3問 次の [1] と [2] に答えよ。

[1] 水素分子(g)とヨウ素分子(g)から気相中でヨウ化水素が生成する気相反応を示した略図を次に示した。水素とヨウ素からヨウ化水素が生成する反応は、四中心二電子中間体を経由する機構で進む。下の略図を完成させるために式(A), 名称(B), 反応中間体構造(C) を解答欄に記しなさい。



解答欄

(A)

(B)  
名称: 状態

(C)  
[ ]‡

[2] 活性化ギブスエネルギー ( $\Delta G^\ddagger$ ), 活性化エンタルピー ( $\Delta H^\ddagger$ ), 活性化エントロピー ( $\Delta S^\ddagger$ ) の関係式を示せ。この反応における  $\Delta S^\ddagger$  とは、具体的にはどのような現象に対応すると考えることができるのか (その意味を) 簡潔に解答欄に記しなさい。

解答欄 ( $\Delta G^\ddagger$ ,  $\Delta H^\ddagger$ ,  $\Delta S^\ddagger$  間の関係式を示せ)

解答欄 (この反応における  $\Delta S^\ddagger$  がもつ意味を簡潔に示せ)

小計	点
----	---

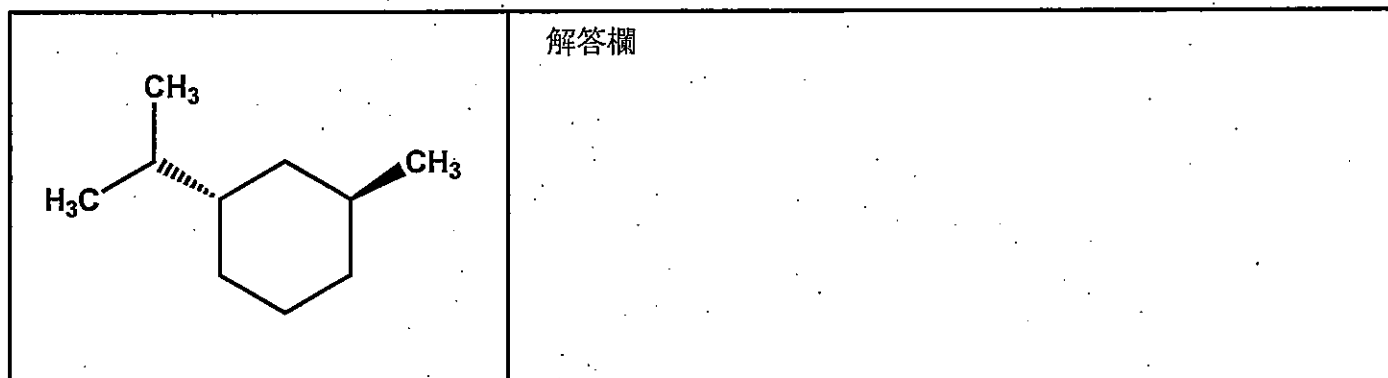
受験番号	
------	--

## 化学 その4

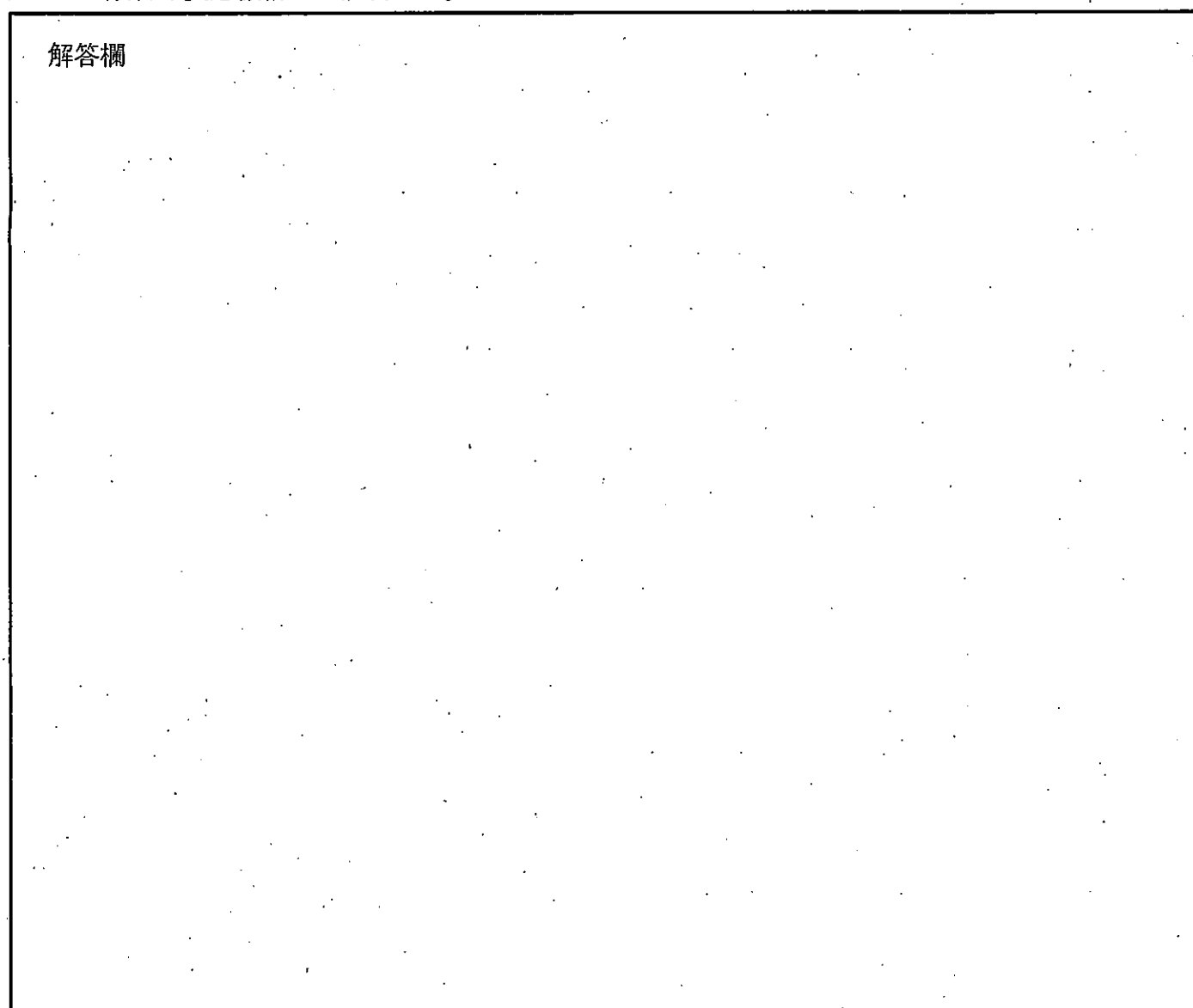
基礎化学 (有機化学)

第4問 次の [1] と [2] に答えよ。

[1] 次の図を安定な椅子型構造で示せ。



[2] (*R*)-2-ブロモブタンとメトキシドイオン ( $\text{CH}_3\text{O}^-$ ) の反応における  $\text{E}_2$  機構と  $\text{S}_{\text{N}}2$  機構から得られる主生成物を反応機構から説明せよ。



小計	
----	--

点	
---	--

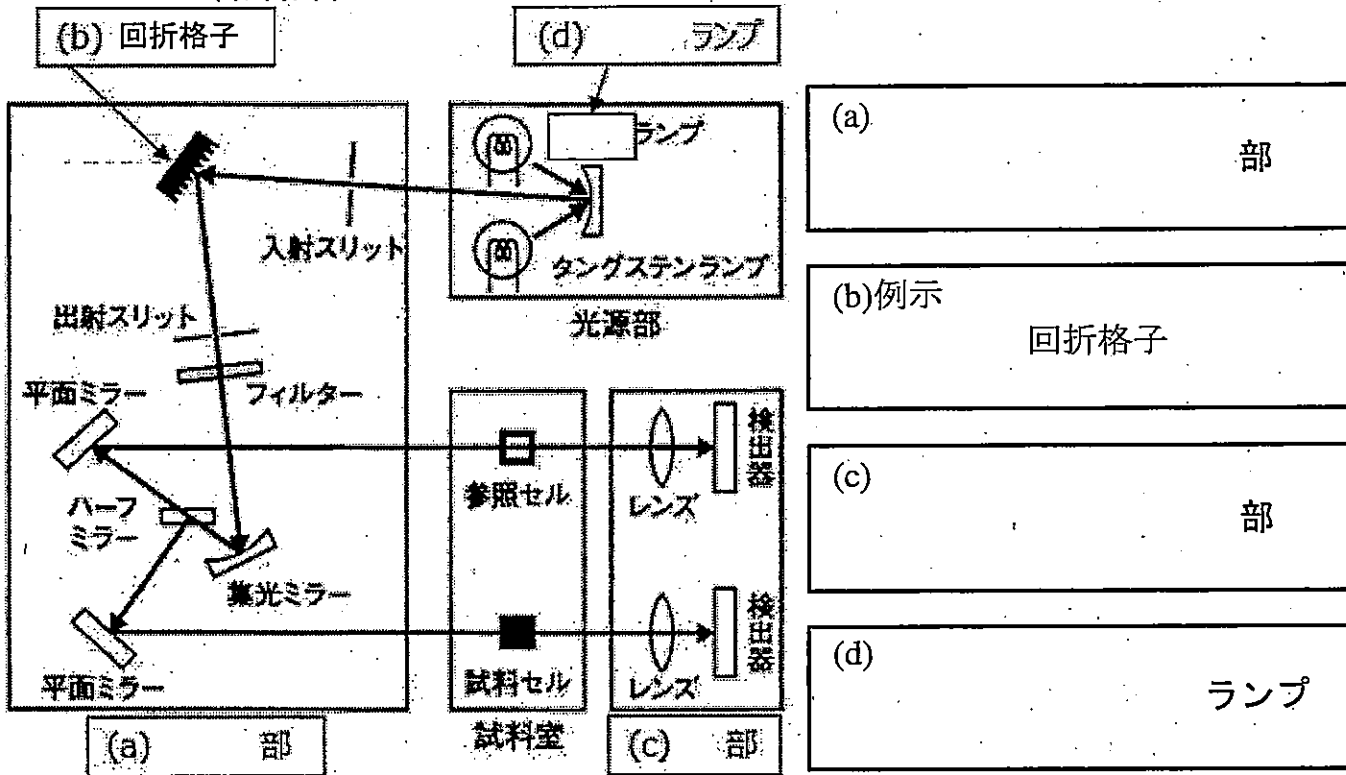
受験番号

化学 その5

基礎化学（機器分析：無機分析）

第5問 次の〔1〕と〔2〕に答えよ。

〔1〕次にダブルビーム型分光光度計の装置原理図を示した。(a)は連続光から単色光を取り出す装置、(b)はスペクトルに分ける格子を持つ素子（例示）、(c)は光を電気信号に変換する部位、(d)はUV光の放射光源である。空欄(a),(c),(d)で示した名称を記せ。



〔2〕このシステムにおける吸光光度分析において、5つの条件が整ったとき検量線法が成立する。次の空欄（ ）内をうめよ。

- (1) 測光に用いる光は、( )を用いている。
- (2) 測定試料の状態が透明なコロイド溶液では成立するが、( )では成立しない。
- (3) 測定物質は、分析する全濃度域で、( )が一定である。
- (4) 分析システム内部において、迷光を防げる範囲内である。
- (5) 測光サンプルの屈折率が一定である。

〔3〕モル吸光係数  $\epsilon = 11100 \text{ abs cm}^{-1} \text{ mol}^{-1} \text{ L}$  の錯体の試料溶液の吸光度をセル長 50.0 mm の溶液セルを用い吸光度 (abs) 0.253 を得た。試料溶液のモル濃度 ( $\text{mol L}^{-1}$ )を求めよ。用いた法則の名称も記せ。

答. 試料溶液のモル濃度  $\text{mol L}^{-1}$ , 法則名

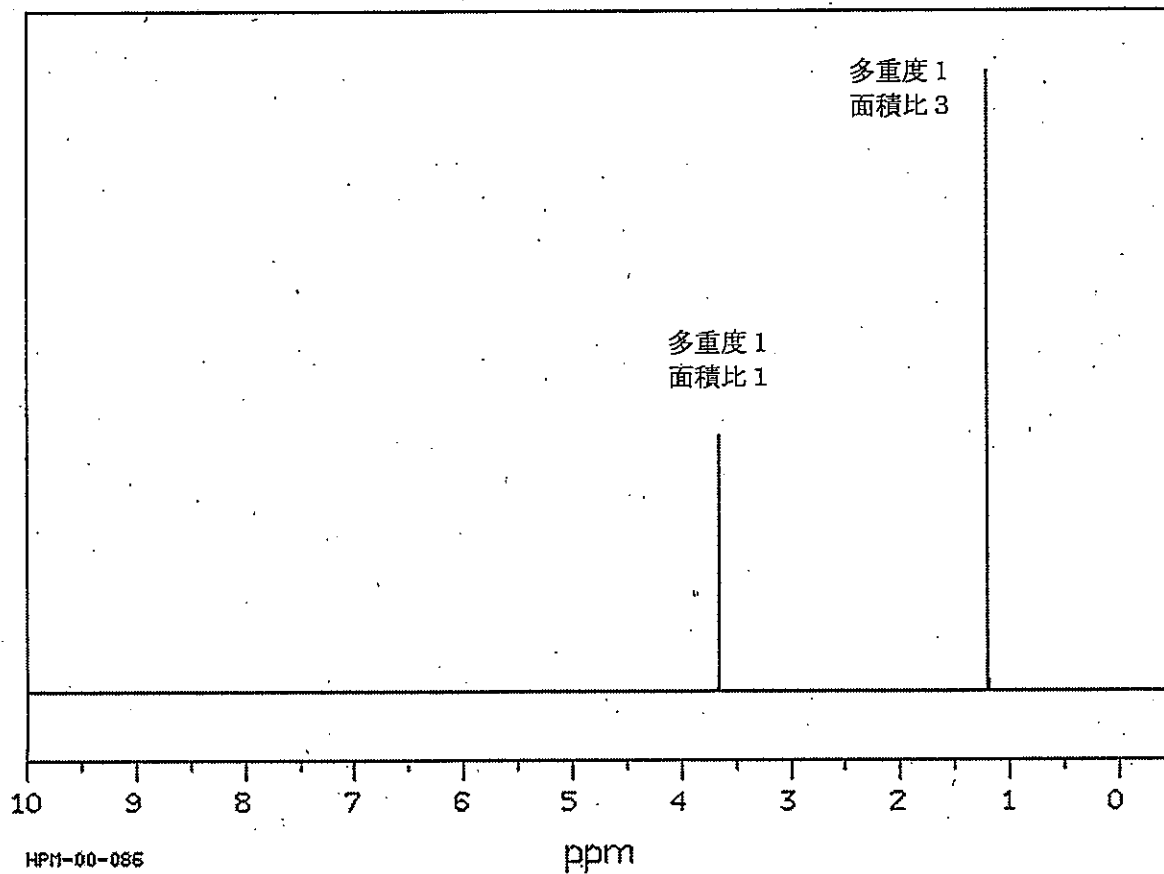
小計 点

受験番号

## 化学 その6

基礎化学（機器分析：有機分析）

第6問 下に示す  $^1\text{H-NMR}$  スペクトルは炭素数が6のエステルのものであることがわかっている。ピークの多重度と面積比から構造として矛盾の無い候補化合物2つを挙げよ。さらに、読み取れる化学シフトの情報を基に根拠を示した上で、最終的に推定出来る構造を提示せよ。



候補化合物：

推定できる構造：

その根拠：

小計

点

受験番号

選択欄

化 学 その7

専門科目 (無機・分析化学)

第7問 次の [1] と [2] に答えよ。

[1] アルカリ金属元素からなるイオン  $\text{Li}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Rb}^+$ ,  $\text{Cs}^+$  にかけて結晶イオン半径の大小関係を示せ。また、その理由も簡潔に述べよ。

解答欄 (イオン半径の大小関係)

$\text{Li}^+$

$\text{Na}^+$

$\text{K}^+$

$\text{Rb}^+$

$\text{Cs}^+$

解答欄 (その理由)

[2] 複雑な酸化数を示すCl 原子を含む酸素酸である過塩素酸, 塩素酸, 亜塩素酸, 次亜塩素酸の分子式, Clの酸化数および酸性度の大小関係を示せ。

解答欄 分子式の例 硫酸  $\text{H}_2\text{SO}_4$

小計

点



受験番号	
------	--

選択欄

## 化学 その8

専門科目 (物理化学)

第8問 次の [1] と [2] に答えよ。

[1] 直接測定が不可能である変数を測定可能なほかの変数に置き換えて求めることが可能であるマクスウェルの関係式のなかで、 $\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_p = -\left(\frac{\partial S}{\partial P}\right)_T$  または  $\left(\frac{\partial T}{\partial P}\right)_s = \left(\frac{\partial V}{\partial S}\right)_p$  のいずれかを選択し、内部エネルギー、エンタルピー、ギブスエネルギーまたはヘルムホルツエネルギーの定義式から導け。各記号が何の変数であるかも示すこと。

解答欄

[2] 多電子原子における分光学的遷移に関する選択律を記し、水素型原子における選択律との違いをのべよ。各記号が何の量子数であるかも示すこと。

解答欄

小計

点

受験番号

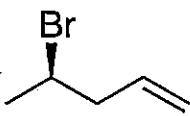
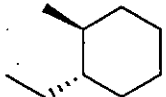
化学 その9

選択欄

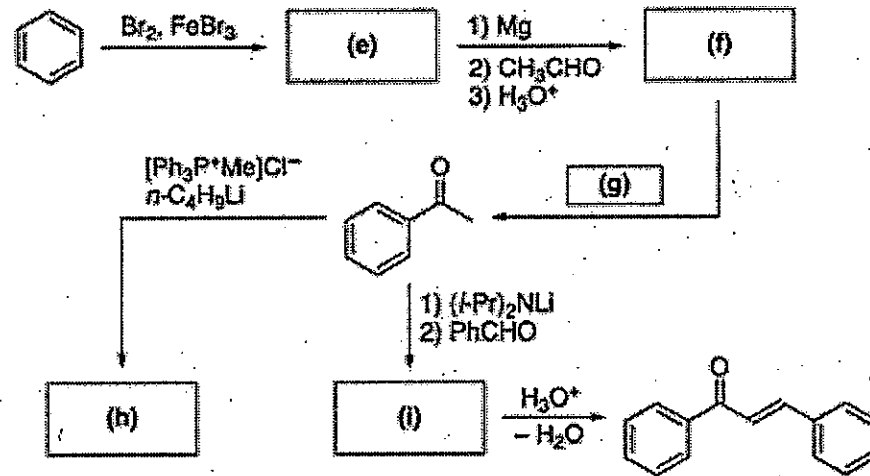
専門科目 (有機化学)

第9問 次の [1] と [2] に答えよ。

[1] 以下の化合物について, (a), (b)は構造式を示せ。(c), (d)は名称を立体化学表記も含めて英語で記せ。

(a) 4-ethyl-2-methylheptane	(b) (Z)-2-bromo-1-phenyl-1,3-butadiene
(c) 	
(d) 	

[2] 下図に示す分子変換における生成物(e), (f), (h), (i)を構造式で記せ。また, (g)には適切な反応剤を記せ (反応剤は一つとは限らない)。



(e)	(f)
(g)	
(h)	(i)

小計

点