

2026年度 岡山理科大学大学院
理工学研究科 修士課程 一般入試 (I期)

自然科学専攻 物質科学コース

【注意事項】

1. 問題用紙、解答用紙は全部で17枚あります。
2. 下記8科目の中から3科目を選択して解答すること。
選択した科目名に○印を記入すること。

科目名	選択
分析化学	
無機化学	
有機化学	
物理化学	
数学	
力学	
電磁気学	
量子力学	

3. 解答は、すべて所定の解答用紙に記入すること。
4. 受験番号を記入した上、この用紙も問題用紙・解答用紙と一緒に提出すること。

受験番号	
------	--

解答は、すべて解答用紙に記せ。

1. 0.200 mol/L 酢酸 25.0 mL と 0.400 mol/L 酢酸ナトリウム水溶液 25.0 mL を混ぜて①緩衝液 50.0 mL をつくった。次の溶液 (a)~(f) の pH をそれぞれ求めよ。ただし、酢酸のモル濃度酸解離定数は $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$ 、水のイオン積は $K_w = 1.0 \times 10^{-14}$ 、体積は加成性があるものとし、答えは有効数字を考慮せよ。

- (a) 0.200 mol/L 酢酸
- (b) 0.400 mol/L 酢酸ナトリウム水溶液
- (c) 下線部①の緩衝液
- (d) 下線部①の緩衝液 50.0 mL に 1.0 mol/L 塩酸を 2.0 mL 加えた水溶液
- (e) 下線部①の緩衝液 50.0 mL に 1.0 mol/L 酢酸を 2.0 mL 加えた水溶液
- (f) 下線部①の緩衝液 50.0 mL に 1.0 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液を 20.0 mL 加えた水溶液

2. 次の条件 (a)~(d) をそれぞれいくつか列挙せよ。

- (a) 滴定に必要な条件
- (b) 一次標準物質として必要な条件
- (c) 重量分析のひょう量形に望まれる条件
- (d) 純度の高い沈殿を得るための条件

受験番号

解答は、すべて解答用紙に記せ。

1. 以下の(a)~(c)の問いに答えよ。

(a) 次の(ア)~(ウ)の分子またはイオンのルイス構造を描け。その際、Hを除くすべての元素がオクテット則を満たすようにし、形式電荷も記入せよ。

(ア) NH_4^+ (イ) O_3 (ウ) BF_3

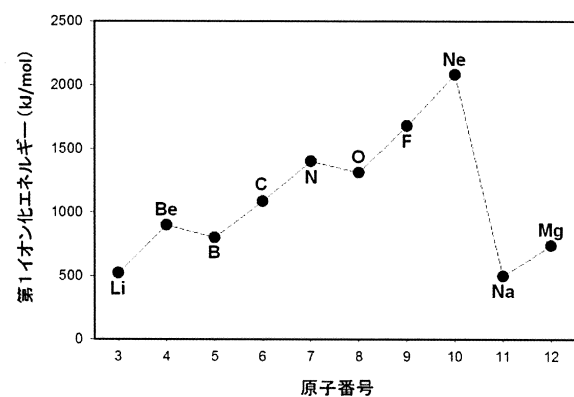
(b) 次の(ア)~(ウ)の物質の各組において、共有結合性の高い物質を選び記せ。

(ア) BeCl_2 と BaCl_2 (イ) NaCl と AgCl (ウ) MgO と ZnO

(c) 次の(ア)~(ウ)の分子について、極性がある場合は○を、極性がない場合は×を、それぞれ記せ。

(ア) H_2O (イ) CO_2 (ウ) $\text{cis-PtCl}_2(\text{NH}_3)_2$

2. 右の図は、原子番号3~12の元素における第1イオン化エネルギーの変化を示したものである。これを参考に、以下の(a)および(b)の問いに答えよ。



(a) Li から Ne にかけて、原子番号が大きくなるにつれて第1イオン化エネルギーは増加する。この理由を、原子構造の観点から説明せよ。

(b) $\text{Be} \rightarrow \text{B}$ および $\text{N} \rightarrow \text{O}$ の間では、第1イオン化エネルギーが減少する。この理由を、それぞれ電子配置の違いに着目して説明せよ。

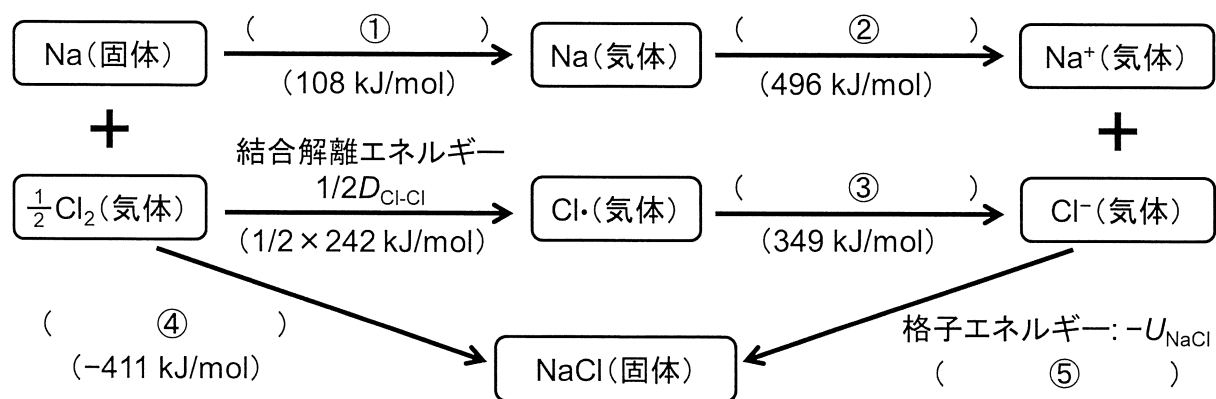
3. メタン(CH_4)、アンモニア(NH_3)、水(H_2O)について、以下の(a)~(c)の問いに答えよ。

(a) 上記の3分子について、共通する特徴を3つ挙げ記せ。

(b) 中心元素(C, N, O)と水素との間の結合角は、 $\text{CH}_4 > \text{NH}_3 > \text{H}_2\text{O}$ の順で小さくなる。この理由を、電子対の配置と反発の観点から説明せよ。

(c) 上記の3分子の点群をそれぞれ記せ。

4. 下の図は、 NaCl のボルン・ハーバーサイクルである。以下の(a)および(b)の問いに答えよ。



(a) 下記の語句群から適切なものを選び、図中の空欄(①)~(④)に当てはまる語句を記入せよ。

イオン化エネルギー: E_I , 電子親和力: $-E_A$, 回転エネルギー: E_r ,

昇華エネルギー: ΔH_s , 水和熱: ΔH_h , 生成熱: ΔH_f

(b) 図中の数値を用いて、格子エネルギー: $-U_{\text{NaCl}}$ (⑤)を計算せよ。ただし、単位は kJ/mol とする。

受験番号

2026年度 岡山理科大学大学院 修士課程 一般入試 (I期)

理工学研究科 自然科学専攻 物質科学コース (解答用紙)

専門科目 [無機化学] 1 / 1

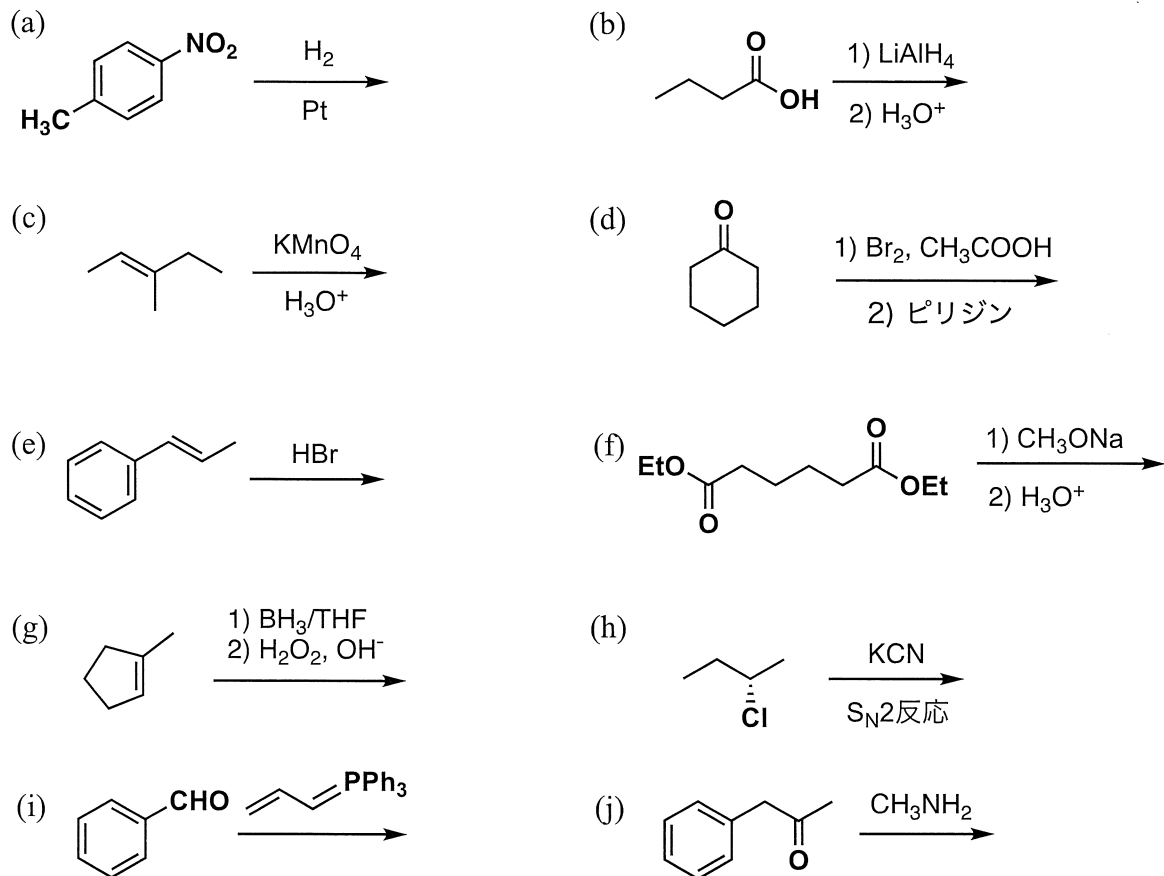
		受験番号	総点

解答は、すべて解答用紙に記せ。

1. 次の化合物の構造式を記せ。必要があれば立体化学がわかるように示せ。

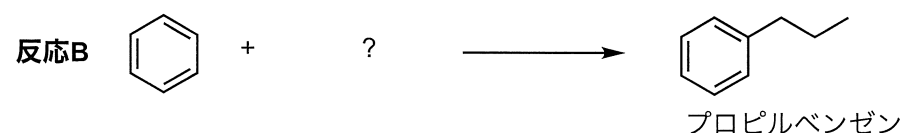
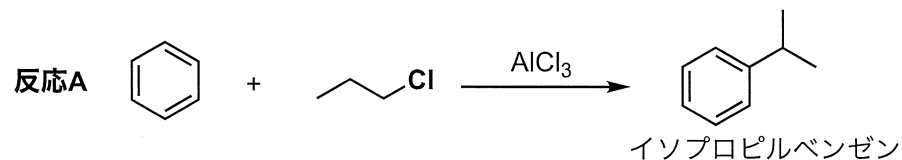
- (a) 1-エチル-3-イソプロピル-5-メチルシクロヘキサン (b) (Z)-1-ブロモ-1-クロロプロペン
 (c) (E)-5-メチルヘプタ-1,3-ジエン-6-イン (d) (R)-3-メチル-1-ペンタ-1-エン
 (e) 3-エチルベンズニトリル (f) (2R,3R)-3-クロロ-2-ブタノール

2. 次の各反応の主生成物を構造式で記せ。必要があれば立体化学がわかるように示せ。

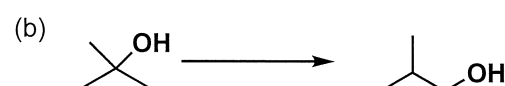
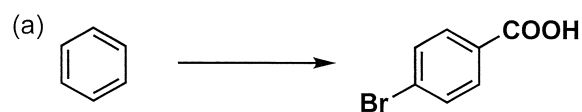


3. 反応 A のように塩化アルミニウム存在下で 1-クロロプロパンとベンゼンを反応させると、主な生成物はイソプロピルベンゼンとなることが知られている。以下の問いにそれぞれ答えよ。

- (a) 反応 A では、なぜイソプロピルベンゼンが主に生成するのか、その理由を記述せよ。
 (b) 反応 B に示すプロピルベンゼンをベンゼンから合成するためにはどのように合成を工夫すればよいか、記述せよ。ただし、反応 B は一段階で終わるとは限らない。



4. 次に示す出発物質から目的物を合成するための反応式 (多段階反応) を必要な試薬とともに記せ。



受験番号

2026年度 岡山理科大学大学院 修士課程 一般入試 (I期)

理工学研究科 自然科学専攻 物質科学コース (解答用紙)

専門科目 [有機化学] 1 / 1

		受験番号	総点

解答は、すべて解答用紙に記せ。

1. 以下の問いに答えよ。ただし、気体定数 $R = 8.31 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$ とする。

- (a) 温度 300 K における、ネオン、メタン、二酸化炭素 (すべて理想気体とする) のモル内部エネルギー U_m の値をそれぞれ求めよ。
- (b) ある理想気体が、100 kJ のエネルギーを熱の形で受け取るとともに、外部に対して 30 kJ の仕事をした。このとき、気体の内部エネルギー変化 ΔU を求めよ。
- (c) 熱的に遮断された容器に理想気体が入っている。この容器に、同じ容積の真空の容器を接続して自由膨張させると、理想気体の温度はどのようにになるか、理由とともに答えよ。

2. エネルギー E (J) をもったプロトンが、ポテンシャルの高さ V (J)、長さ L (m) の障壁を通り抜ける透過確率 T は、

$$T \approx 16 \varepsilon (1-\varepsilon) e^{-2\kappa L} \quad (\text{ただし, } \varepsilon = E/V, \quad \kappa \hbar = [2m(V-E)]^{1/2})$$

で求められる。以下の問いに答えよ。なお、必要とあらば、 $1.0 \text{ eV} = 1.602 \times 10^{-19} \text{ J}$ 、プロトンの質量 $m = 1.673 \times 10^{-27} \text{ kg}$ 、 $\hbar = 1.055 \times 10^{-34} \text{ Js}$ を用いよ。

- (a) 0.9 eV のエネルギーをもったプロトンが、高さ 1.0 eV、長さ 10 pm ($\text{pm} = 10^{-12} \text{ m}$) の障壁を通り抜ける透過確率 (T_H) を求めよ。
- (b) プロトンと重プロトンのもつエネルギーが共に 0.9 eV のとき、この両者が高さ 1.0 eV、長さ 100 pm の障壁を通り抜ける相対的な確率 (T_D/T_H) を求めよ。なお、重プロトンの質量は、プロトンの質量の 2 倍とする。

3. 次の(a)~(d)の語句を、それぞれ説明せよ。

- (a) ヘスの法則
- (b) カルノーサイクル
- (c) 逐次反応
- (d) ボルン・オッペンハイマー近似

受験番号

2026年度 岡山理科大学大学院 修士課程 一般入試 (I期)

理工学研究科 自然科学専攻 物質科学コース (解答用紙)

専門科目〔物理化学〕 1 / 1

		受験番号	総点

解答は、すべて解答用紙に記せ。

1. 以下の問いに答えよ。

$$(1) \frac{d}{dx}(4x^3 - 2x^2 + 5x + 1) \quad (2) \frac{d}{dx}(e^x \log x)$$

$$(3) \int_0^3 5x^2 dx \quad (4) \int_1^2 x \log x dx \quad (5) \int_0^\infty \frac{1}{1+x^2} dx$$

2. 次の行列 A に対し、以下の問いに答えよ。

$$A = \begin{pmatrix} 5 & 2 \\ 2 & 2 \end{pmatrix}$$

- (1) A の固有値 (それぞれ λ_1, λ_2 とする) を求めよ。
- (2) 上記の固有値 λ_1, λ_2 に対応する固有ベクトル \vec{x}_1, \vec{x}_2 を求めよ。
- (3) 固有ベクトル \vec{x}_1, \vec{x}_2 が直交することを示せ。

3. (1) $\frac{d}{dr}(e^{-ar^2})$ を実行せよ。

(2) a を正の実数としたとき、以下のガウス積分

$$I = \int_{-\infty}^{\infty} e^{-ax^2} dx$$

を求めたい。このとき、上式の2乗したものは

$$I^2 = \left(\int_{-\infty}^{\infty} e^{-ax^2} dx \right)^2 = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-a(x^2+y^2)} dx dy$$

となる。右辺の重積分を実行せよ。また、 I を求めよ。

受験番号

2026年度 岡山理科大学大学院 修士課程 一般入試 (I期)

理工学研究科 自然科学専攻 物質科学コース (解答用紙)

専門科目 [数学] 1 / 2

		受験番号	総点

1. 剛体の回転軸のまわりの慣性モーメント I は, 剛体の小部分の質量 m_i , 回転の中心からの距離 r_i とすると, 次式で与えられる.

$$I = \sum_i m_i r_i^2$$

次の設問に答えなさい.

- (a) 長さ L の棒の慣性モーメントを求めなさい. ただし, 棒の質量を M とする.
 (b) 半径 R の薄い円板の慣性モーメントを求めなさい. ただし, 板の質量を M とする.
 (c) 質量 M , 半径 R の球殻の慣性モーメントは次式で表される.

$$I = M \frac{2}{3} R^2 \dots\dots\dots (A)$$

式 (A) を利用して, 一様な球の慣性モーメントを求めなさい. ただし, 球の質量を M とする.

2. 質点に力 \vec{F} が作用して, 点 O のまわりで運動をしている. 質点の位置 $\vec{r} = (x, y, 0)$, 作用する力 $\vec{F} = (F_x, F_y, 0)$, 速度 $\vec{v} = (v_x, v_y, 0)$, 加速度 $\vec{a} = (a_x, a_y, 0)$ として, 以下の設問に答えよ. 但し, 質点の質量を m とする. 次の設問に答えなさい.

- (a) \vec{F} のモーメント \vec{N} の成分 (N_x, N_y, N_z) を, m, x, y, F_x, F_y から適切なものを使って表せ.
 (b) 質点の運動量ベクトルを \vec{P} とするとき, 点 O のまわりのモーメント $\vec{L} = \vec{r} \times \vec{P}$ を, 点 O のまわりの質点の角運動と呼ぶ. \vec{L} の成分 (L_x, L_y, L_z) を, $m, x, y, F_x, F_y, v_x, v_y$ から適切なものを使って表せ.
 (c) 質点の点 O のまわりの角運動量 \vec{L} の時間変化率 $d\vec{L}/dt$ が, この質点に働いている力の点 O のまわりのモーメント \vec{N} に等しい. $m, x, y, F_x, F_y, v_x, v_y, L_x, L_y, a_x, a_y$ から適切なものを使って説明しなさい.
 (d) 質点に作用する力 \vec{F} が中心力であるとき, 点 O のまわりの角運動量 \vec{L} は保存される. このとき, 角運動量の時間変化 $d\vec{L}/dt$ が 0 となる. $m, \vec{F}, \vec{L}, \vec{r}, \vec{P}, \vec{v}$ から適切なものを使って説明しなさい.

受験番号

2026年度 岡山理科大学大学院 修士課程 一般入試 (I期)

理工学研究科 自然科学専攻 物質科学コース (解答用紙)

専門科目〔力学〕 1 / 1

		受験番号	総点

解答は、すべて解答用紙に記せ。

1. 水素原子を $-e$ の電荷をもった電子と $+e$ の陽子から構成されるとする。次の間に答えよ。

- (1) 電荷 e の電荷量を 1.6×10^{-19} C, 電子と陽子間の距離 r を 5.3×10^{-11} mとしたとき, 両粒子間に働くクーロン力 F_C

$$F_C = k \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$$

を求めなさい。

ここで, 静電気 (クーロン) 定数 k を 9.0×10^9 Nm²/C²とする。

- (2) 電子が陽子を中心に円運動していると仮定し, そのときの遠心力 F_{cf}

$$F_{cf} = \frac{mv^2}{r}$$

とクーロン力 F_C が釣り合うとすると, 電子の速度 v の概算を求めよ。

ここで, 電子の質量 m を 9.1×10^{-31} kgとする。

2. 静電容量 C のコンデンサとインダクタンス L のコイル, 起電力 V_0 の直流電源からなる LC回路 (図1) に関する次の間に答えよ。

- (1) スイッチ SW を1側に倒してコンデンサに蓄えられる電荷量 Q を求めよ。
 (2) コンデンサに電荷を十分蓄えた後, SW を2側に倒したときの電流 $i(t)$ の流れを時間の関数として求めよ。また, 得られた解をもとに電流 $i(t)$ の時間変化のグラフを描け。
 (3) LC回路に抵抗値が十分小さい抵抗 R ($R \ll L/C$) を直列に追加すると, 電流 $i(t)$ は時間とともにどのように変化するかグラフを描いて説明せよ。

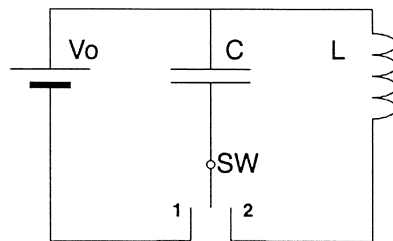


図1 LC回路

3. 次に示す4つのマクスウェルの方程式 (微分形) に関する以下の問いに答えよ。

$$\nabla \cdot D = \rho$$

$$\nabla \cdot B = 0$$

$$\nabla \times E = -\frac{\partial B}{\partial t}$$

$$\nabla \times H = J + \frac{\partial D}{\partial t}$$

- (1) 真空中におけるマクスウェルの方程式を記述し, それぞれの物理的意味を説明せよ。
 (2) 時間変化がない (定常場) 条件下でのマクスウェルの方程式がどう簡略化されるかを述べ, 静電場および静磁場の状況について考察せよ。

受験番号

解答は、すべて解答用紙に記せ。

外部電場によるスペクトル線の位置変化 (シュタルクシフト) について、電子を1個だけもつ2準位の中心対称原子をモデルを用いて考察する。

系のハミルトニアンを \hat{H}_0 とし、基底、励起状態の波動関数をそれぞれ ψ_g, ψ_e とすると固有方程式は

$$\begin{aligned}\hat{H}_0\psi_g &= -\epsilon\psi_g, \\ \hat{H}_0\psi_e &= +\epsilon\psi_e\end{aligned}\quad (1)$$

で与えられる ($\epsilon > 0$)。電子位置演算子 \hat{r} を用いて双極子モーメント演算子を

$$\hat{\mu} = -e\hat{r} \quad (2)$$

と定義し、非対角要素

$$\mathbf{t} = \int \psi_e^* \hat{\mu} \psi_g d^3r \quad (3)$$

を導入する。以下の問いに答えよ。ただし、必要に応じて、摂動ハミルトニアン \hat{H}' による1次のエネルギー補正、および、摂動波動関数の公式

$$E_n^{(1)} = \int \phi_n^* \hat{H}' \phi_n d^3r \quad (4)$$

$$\phi_n^{(1)} = \sum_{m(\neq n)} \left[-\frac{\int \phi_m^* \hat{H}' \phi_n d^3r}{E_m - E_n} \right] \phi_m \quad (5)$$

を用いてよい (E_m, E_n はそれぞれ状態 ϕ_m および ϕ_n の固有エネルギーであり $E_m \neq E_n$ である)。

(1) 外部から静電場 \mathbf{F} を印加した際の摂動ハミルトニアンは

$$\hat{H}' = e\hat{r} \cdot \mathbf{F} = -\hat{\mu} \cdot \mathbf{F} \quad (6)$$

と表される。 $\hat{\mu}$ の対角要素 $\int \psi_g^* \hat{\mu} \psi_g d^3r$ および $\int \psi_e^* \hat{\mu} \psi_e d^3r$ がゼロとなることを対称性を用いて確認し、原子のように永久双極子を持たない系では、 \mathbf{F} の1次に比例する一次のシュタルクシフトは発生しないことを示せ。

(2) 基底状態 ψ_g の摂動波動関数 $\psi_g^{(1)}$ を求めよ。

(3) 外部から静電場 \mathbf{F} を印加したところ、基底状態には

$$\boldsymbol{\mu}_{\text{ind}} = \alpha \mathbf{F} \quad (7)$$

の電気双極子 $\boldsymbol{\mu}_{\text{ind}}$ が誘起される。式(5)を参考に用いて分極率 α を求めよ。さらに、励起状態 ψ_e の分極率 α_e も求めよ。

(4) 分極率を用いると、外部電場による $|g\rangle$ および $|e\rangle$ のエネルギーシフトはそれぞれ

$$\begin{aligned}\Delta E_g &= -\frac{1}{2} \alpha \mathbf{F}^2 \\ \Delta E_e &= -\frac{1}{2} \alpha_e \mathbf{F}^2\end{aligned}\quad (8)$$

と表される。 \mathbf{F} の2乗に比例する二次のシュタルクシフト $\Delta E_{eg}^{(\text{shift})} = (E_e + \Delta E_e) - (E_g + \Delta E_g)$ を求めよ。

受験番号

