

問題訂正

2026年度 大学院理工学専攻(修士課程)

第1次募集 <一般選抜>

数学物理学コース 物理科学分野

専門科目

訂正箇所: 全7枚のうち7枚目

「物理化学」 6 問2.(2)

誤

問2.

(2) ~を求めよ。ただしこの温度範囲において標準反応エンタルピー～



正

問2.

(2) ~を求めよ。ただし、この温度範囲において標準反応エンタルピー～

2026年度 高知大学大学院 総合人間自然科学研究科
理工学専攻(修士課程) 第1次募集 入学試験

< 一般選抜 >
数学物理学コース 物理科学分野

専門科目

問題冊子

問題冊子… 全7枚(表紙を含む)

物理学, 物理化学の2科目から1科目選択解答すること。

物理学を選択した場合, 1, 2, 3, 4および5の合計5問について解答すること。

物理化学を選択した場合, 1, 2, 3, 4および6の合計5問について解答すること。

選択した科目

注意事項

1. 試験開始の合図まで, この問題冊子を開かないこと。
2. 試験開始直後, 問題冊子, 解答冊子, 下書用紙の枚数等を確認すること。
3. 試験中に, 問題冊子・解答冊子の印刷不鮮明, ページの落丁・乱丁及び下書用紙の不備等に気付いた場合, 下書用紙が不足する場合は, 手を挙げて監督者に知らせること。
4. 解答用紙の所定の受験番号欄のすべてに受験番号を記入すること。
なお, 解答用紙には, 必要事項以外は記入しないこと。
5. 解答は, 必ず解答用紙の指定された箇所に記入すること。
6. 解答冊子の各ページは, 切り離さないこと。
7. 配付された解答冊子は, 持ち帰らないこと。
8. 試験終了後, 問題冊子, 下書用紙は持ち帰ること。
9. 試験終了後, 指示があるまでは退室しないこと。

(全7枚のうち1枚目)

1 x 軸方向の一次元運動を考える。時刻 $t = 0$ の時、位置 $x = 0$ から質量 m の質点を速さ v_0 で x 軸の正の方向に投射する。質点には、速さ v と質量に比例した空気抵抗 γmv が質点の進む向きと逆向きにかかるものとする。ここで、比例定数 γ は正の定数とする。このとき、以下の問いに答えよ。(60点)

問1. x 軸方向の運動方程式を書き下せ。

問2. 時刻 $t(t > 0)$ における質点の x 座標と x 軸方向の速さを求めよ。

問3. 十分時間が経った時の質点の x 座標と x 軸方向の速さを求めよ。

2 以下の各問いに答えよ。(60点)

問1. 静電場を考える際の、電気映像法(鏡像法)について概要を述べよ。

問2. 接地された無限導体平面の前方の距離 r にある点電荷 $+q$ による静電場を考えたい。電気映像法(鏡像法)を用いる場合にどのように考えればよいかを説明せよ。

以下、接地された2枚の無限導体平面A,Bの間に、電荷 $+q$ の点電荷Pを置いた場合の静電場を考える。A,Bは互いに平行であり、その距離を $2a$ とする。

問3. A,Bの外側の静電場を求めよ。

問4. 点電荷PをA,Bのちょうど中間においた場合(AおよびBからの距離がそれぞれ a になる場合)の点電荷P周りの静電場は、A,Bを一旦取り去る代わりに、点電荷Pに加えて図1に示した電荷の集まりをおいた場合の静電場と等しくなる。理由を説明せよ。

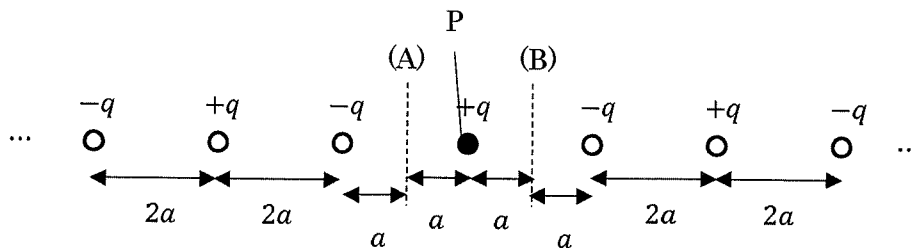


図1

問5. 問4の場合において、点電荷Pに働く力を求めよ。

問6. 点電荷PをAの方にわずかに近づけ、Aからの距離が $a-d$, Bからの距離が $a+d$ となるようにした。この場合に点電荷Pに働く力の方向と大きさを求めよ。真空における誘電率を ϵ_0 とする。多数の項があつて、一定の規則性が見られる場合、規則性が認められる以降の項については「…」として省略して書いて良い。つまり例えば、 $e^x = 1 + \frac{x}{1!} + \frac{x^2}{2!} + \dots$ など書いてよい。

3 以下の各問いに答えよ。ただし、扱う気体は理想気体の状態方程式($pV = nRT$)に従うものとし、定積熱容量 C_V は一定とする。(60点)

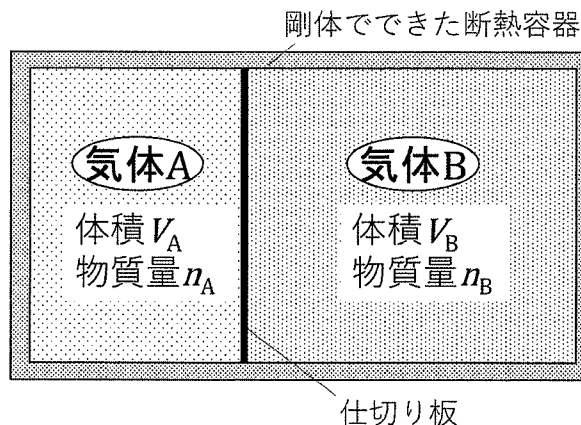
問1. 気体にはたらく仕事が圧力・体積仕事のみで、熱のやり取りが可逆的な場合、内部エネルギーの微小変化 dU は熱力学第一、第二法則によりどのように表されるか記せ。また、その式をエントロピーの微小変化 dS について解け。

問2. 理想気体のエントロピー S が $S = S(T, V)$ と表されるとき、偏導関数 $\left(\frac{\partial S}{\partial T}\right)_V$ および $\left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T$ を求めよ。

問3. ジュールによる断熱自由膨張の実験では、気体の膨張の前後で温度の変化は観測されなかった。そこで、膨張前の状態1を (T_0, V_1) 、膨張後の状態2を (T_0, V_2) としたときの、理想気体のエントロピー変化 ΔS を求めよ。

問4. 下図のように2種類の気体AおよびBが、剛体でできた断熱容器に入れられ、仕切り板で隔てられているとする。また、各気体は平衡状態にあり、温度・圧力は等しいものとする。

- 1) 仕切り板を取り外して十分に時間が経過すると、均一な混合気体になった。仕切り板を取り外す前後での各気体のエントロピー変化 ΔS_A および ΔS_B をそれぞれ求めよ。
- 2) 1)の過程による全体のエントロピー変化 ΔS を求め、この過程の自発性について説明せよ。



4 Answer the following problems. The answers may be given in Japanese. (60)

Problem 1

Evaluate the given integrals:

(a) $\int_0^1 \log x \, dx$, (b) $\int_1^{+\infty} \frac{e^{-\sqrt{x}}}{\sqrt{x}} \, dx$.

Problem 2

The matrix of the Hadamard gate is defined by

$$H = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}.$$

- (a) Show whether it is Hermitian.
- (b) Show whether it is unitary.
- (c) Find eigenvalues and normalized eigenvectors of it.

Problem 3

Prove the following formula:

$$\nabla \cdot \left(\frac{\mathbf{r}}{r^3} \right) = 0,$$

where $\mathbf{r} = x\mathbf{i} + y\mathbf{j} + z\mathbf{k}$ ($\mathbf{i}, \mathbf{j}, \mathbf{k}$ are the orthogonal unit vectors) and $r = |\mathbf{r}| \neq 0$.

5

量子力学における 1 次元ポテンシャル問題を考える。質量 m の粒子に対する 1 次元シュレーディンガー方程式は以下のように与えられる。

$$i\hbar \frac{\partial}{\partial t} \psi(t, x) = H \psi(t, x), \quad (1)$$

H はハミルトニアンである。

$$H = -\frac{\hbar^2}{2m} \frac{\partial^2}{\partial x^2} + V(x) \quad (2)$$

ここでポテンシャルを

$$V(x) = \begin{cases} \infty & (a \leq |x|) \\ 0 & (|x| < a) \end{cases} \quad (3)$$

とする。ただし、 a は正の実数である。以下の問いに答えよ。(60点)

問1. 定常状態におけるエネルギー固有値と規格化された固有関数を求めよ。

問2. 時刻 $t = 0$ において波動関数が以下のように与えられるとき、粒子の運動量の期待値と運動エネルギーの期待値をそれぞれ求めよ。

$$\psi(0, x) = \begin{cases} \sqrt{\frac{1}{a}} \cos\left(\frac{\pi}{2a}x\right), & |x| \leq a \\ 0, & a \leq |x|, \end{cases} \quad (4)$$

また、このとき領域 $-\frac{a}{2} \leq x \leq \frac{a}{2}$ に粒子を見出す確率を求めよ。

問3. 時刻 $t = 0$ において波動関数(4)が与えられるとき、時刻 $t = t_0$ における波動関数を求めよ。

6

以下の各問いに答えよ。ただし、気体定数 $R = 8.31 \text{ m}^2 \text{ kg s}^{-2} \text{ K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ 、ファラデー定数 $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1}$ とする。 (60点)

- 問1. 次の例に従って、N(原子番号 7)、 Cr^{3+} (原子番号 24) の各原子またはイオンの電子配置をそれぞれ答えよ。(例) Li(原子番号 3)の電子配置: $(1s)^2(2s)^1$
- 問2. 化学反応 $2 \text{CO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{CO}_2(\text{g})$ について以下の問いに答えよ。ただし必要な値は表1から読み取ること。
- (1) 298 K における標準反応エンタルピー $\Delta_r H^\circ$ 、および標準反応ギブズエネルギー $\Delta_r G^\circ$ を求めよ。
- (2) 500 K における標準反応ギブズエネルギー $\Delta_r G^\circ$ を求めよ。ただしこの温度範囲において標準反応エンタルピー $\Delta_r H^\circ$ は一定であるとする。
- 問3. 燃料電池における電極反応を示し、得られる電圧を求めよ。必要な値は表1から読み取ること。
- 問4. 以下の用語について説明せよ。
- (1) 格子定数 (2) 結合性軌道と反結合性軌道 (3) 相平衡

表1. 298K における物質の熱力学パラメータ

	$\Delta_f H^\circ$ [kJ/mol]	$\Delta_f G^\circ$ [kJ/mol]
CO (g)	-110.53	-137.17
CO ₂ (g)	-393.51	-394.36
O ₂ (g)	0	0
H ₂ (g)	0	0
H ₂ O (l)	-285.83	-237.13
H ₂ O (g)	-241.82	-228.57