

# 広島大学

令和4年度一般選抜(後期日程)・  
外国人留学生選抜C日程3月実施

## 出題の意図

科目名:総合問題

理学部 物理学科

解答の公表に当たって、一義的な解答が示せない記述式の問題等については、「出題の意図又は複数の若しくは標準的な解答例等」を公表することとしています。

また、記述式の問題以外の問題についても、標準的な解答例として正答の一つを示している場合があります。

## 出題の趣旨

[ I ]

数学的内容を主とする問題。

### 問 1

- (1) 部分積分を適切に使いこなせるかを問う。
- (2) 後で利用してよい数学的事実の根拠を論理的に説明する趣旨の問い。たとえば、0 から 1 までの積分区間で常に  $x^n e^x > 0$  であれば  $I_n > 0$  である。同様に、 $I_{n+1} - I_n$  を式で表し、被積分関数が 0 から 1 までの区間で常に負であれば、 $I_{n+1} - I_n < 0$  である。
- (3) これも前問同様、後で利用してよい数学的事実の根拠を論理的に説明する趣旨の問い。  
(1)(2)の結果を利用して示す。
- (4) 関数の数学的構造をうまく読み解き、定数  $C_n$  と  $I_n$  の関係を見いだせるとよい。
- (5) いわゆるはさみうちの原理を使って極限を求める操作についての理解を問う。

### 問 2

- (1) 円とその内接正  $n$  角形、外接正  $n$  角形の関係を図で示すなどして、三角関数を使った式で長さを表現することについての理解を問う。
- (2) 与えられた式を、三角関数の 2 倍角や半角の公式などをうまく利用して変形し、後の計算で利用できる公式を導く趣旨の問い。
- (3) 公式に実際の数値を代入して計算し、具体的な数値を求めて考え、評価や判断を下す趣旨の問い。「 $3.05 < \pi < 3.25$  であることを示せ」のような設問でもよかったが、面倒な計算をさせることが出題趣旨ではないので、「 $3.0 < \pi$ 」という、図で考えればある意味当たり前といってもよい設問にした。

[II]

力学的内容を主とする問題。斜面上でバネにつながった小物体にもう一つの小物体が衝突し、合体して単振動をはじめめる現象について、合体後の運動の理解を目標とする。

- 問1 物体に働く力を考えて、運動方程式を書き表すことについての理解を問う。
- 問2 物体が静止しているときの力のつりあいを式で表したり、あるいは、問1の結果を適切に利用するなどして解を導くことについての理解を問う。
- 問3 現象が起こる直前と直後での関係を適切な法則（ここではエネルギー保存則）を使って式で表し、解を導くことについての理解を問う。
- 問4 現象が起こる直前と直後での関係を適切な法則（ここでは運動量保存則）を使って式で表し、解を導くことについての理解を問う。
- 問5 単振動の周期を求めることについての理解を問う。
- 問6 二つの時点（合体直後と最下点到達時）での関係を適切な法則（ここではエネルギー保存則）を使って式で表し、解を導く。あるいは、合体後に起こる新しい単振動に着目し、合体後のつりあいの位置と振幅を求めて最下点を導いてもよい。後者だと、最下点に達する時刻や、その後の時間変化まで導くことも可能であり、より深い理解に到達できる。現象を深く見抜いて式で表し、一見複雑そうな方程式であっても、ある程度結果を予想して適切な解を導く力も問うている。

[Ⅲ]

電磁気学的内容を主とする問題。一様ではない磁束密度をもつ磁場の中を有限の抵抗をもつ円環状の導体が落下するときの現象について理解することを目標とする。落下するにしたがって円環を貫く磁束が変化し、円環に誘導起電力が発生して電流が流れ出すが、やがてつり合いの状態が訪れて、落下速度が一定となる。何がつり合うのかを考える。

本問での解答の指示は「問題文中に与えられた量から必要なものを用いて表せ」である。どの文字記号を使って表すのが適切なのかを判断して使うことも物理学科生にとっては重要な素養の一つであるとの考えから、「・・・を使って表せ」といった指示は行わないこととした。もちろん、導き方の記述においては、「・・・を・・・とすると」のような記述があれば、問題文中に与えられていない文字記号を新たに定義して使ってよいし、またそれが推奨されることは言うまでもない。

- 問 1 磁束密度を表す式と与えられた図から、この空間における磁束密度の様子を理解し、円環を貫く磁束を式で表す。これらのことについての理解を問う。また、円環の位置が変わったときの磁束の変化を計算し、式で表すことについての理解を問う。
- 問 2 時間  $\Delta t$  の間に円環の位置は  $\Delta z = v\Delta t$  だけ変化する。これを問 1 の結果に代入して、時間  $\Delta t$  の間に生じる磁束の変化を求め、電磁誘導の法則から起電力を計算する。最終的な解答には  $\Delta t$  は出てこない（出てきてはならない）が、問題文には与えられていない  $\Delta t$  という量を自分で導入して、考えを進めて説明する趣旨の設問。また、起電力の求め方としては、円環を貫く磁束の考えを導入せず、磁場中を運動する導体中の電子に働くローレンツ力を起電力の起源とする考え方も可能である。
- 問 3 円環の抵抗値  $R$  と問 2 で求めた起電力から、オームの法則を使って円環を流れる電流を求め、ジュール熱（単位時間あたりの発熱量）の計算することについての理解を問う。
- 問 4 時間  $\Delta t$  の間での位置の変化  $\Delta z = v\Delta t$  から、時間  $\Delta t$  の間での位置エネルギーの変化を求め、 $\Delta t$  で割ると、単位時間あたりの変化量が得られる。時間  $\Delta t$  を使わず、単位時間あたり  $v$  だけ位置が変化することから、単位時間あたりの位置エネルギーの変化を直接答えてもよい。単位時間の考え方についての理解を問う趣旨ともいえる。
- 問 5 位置エネルギーの利得（問 4）がジュール熱（問 3）となって失われるという平衡状態が訪れる。ここでは、エネルギー保存則が成り立っている。あるいは、ローレンツ力の考え方を導入して、磁場中におかれた導体に電流が流れるときに働く力と円環に働く重力とがつり合って速度が一定になると考えてもよい。本問では、電子やローレンツ力といった言葉は使用していないが、それらの存在を前提とした考え方をを用いることは全く自由である。

[IV]

熱力学的内容を主とする問題。文章で説明された状況を理解し、熱力学の法則を適切に使って状況の変化を追う趣旨の設問。円筒容器の具体的な形やピストンの重さ、容器が置かれている環境などについては何も書かれていない。人間がする操作とそれに気体が応答して変化する様子とを区別し、適切に状況把握することも問われている。

- 問1 文章で説明された状況を理解し、何が起きているのかをわかりやすい図で表現する趣旨の設問。問題文に書かれた細かい記入の指示は、状況の理解に不可欠なものだからであり、また、それらの記入がない図では状況を正しく伝えることができないからである。指示がなくても当然記入すべき項目である。
- 問2 単原子分子理想気体の内部エネルギーと温度の関係、理想気体の状態方程式、気体が行う仕事、熱力学第一法則を適切に組み合わせて、求めたい物理量を求める趣旨の設問で、これらについて理解を問うている。(4)では、熱効率とは何に対する何の割合を指すのかという定義についての知識と、そこに該当する量を正しく認識して代入する過程から、熱現象に対する理解を問うている。