

### (1)出題方針

『物理』の出題範囲は、高等学校学習指導要領に定める科目の「物理基礎」および「物理」で学習する内容の全てを対象としている。出題形式は、論理を展開する能力を見る問題の出題を心掛けながらも、試験時間も考慮して大問3題を基本としている。力学と電磁気学の分野から各1題と、それ以外の分野(波、熱、原子物理)から1題となることが多いが、日程に連動して出題分野が固定されることは無く、各分野を含む複合問題や設問によっては問題の構成が変わる場合もある。

今年度は、全日程で力学と電磁気学の分野から各1題と、全学部日程(理系)で原子物理学分野、学部個別日程:文化情報学部(理系型)・生命医科学部・スポーツ健康科学部(理系型)で熱分野、学部個別日程:理工学部で波分野の範囲から出題した。試験時間内に解答が可能な量とするため、全ての分野からの出題とはならないが、できるだけ広い分野からの出題となるように問題作成を心掛けている。設問の多くは空欄に記入する形式としているが、式を正確に記述する問題として解答に臨んでもらいたい。正答を得るためには、問題文と図から、どのような物理現象を対象しているかを理解した上で、いかに式を立てて解いていけば良いか、解答の方針を考える必要がある。「公式」に当てはめて計算するだけではなく、現象の奥に潜むイメージの理解を確認するために、作図やグラフの描画も出題している。ほとんどの問題で、前半の設問で基本事項を確認し、後半の設問でいくつかの要素を組み合わせて考え、解答を導くような構成としている。また、問題によっては考え方や式をヒントとして与えており、問題文をよく読み、図を注意深く見れば正答が導けるように記述している場合もある。

### (2)解答状況および解説

#### 全学部日程(理系)

[I] 符号や力積の次元を間違えている答案が散見された。また、文中の空欄にあてはまる式を全問正答していても、グラフが描けていない答案があった。起こっている現象を想像でき、それをグラフに表現できる能力を身につけたい。

[II] コイルとコンデンサーにおける交流の電流と電圧において、位相が進む、遅れるの関係を正しく理解できていない答案が散見された。コンデンサーの合成容量に関する問題や共振条件に関する問題の正答率は高かった。

[III] 文中の空欄にあてはまる式を正しく答えていても、最後のグラフの選択が間違っている答案があった。 $n$ を定数倍したものが $L$ であることに気づきたい。標準的な問題であり正答率は全体的に高かった。

#### 学部個別日程:文化情報学部(理系型)、生命医科学部、スポーツ健康科学部(理系型)

[I] 第1段落の仕事の符号を間違っている答案が散見された。第2段落の円軌道に関する問いの正答率は高かったが、楕円軌道に関する問いの正答率は低かった。問題文で与えられた条件をうまく使って答えたい。

[II] 前半の自由電子の運動に関する問いの正答率は高かったが、後半の2端子、4端子による抵抗値の測定に関する問いの正答率は低かった。2端子、4端子の回路では、抵抗の数が多いが、焦点をうまくしぼって、問われている電圧と電流の関係を取り出すことが求められる。

[III] 円筒容器内の液面の高さの差に応じてAの圧力と大気圧との差が生じている。複雑な装置であるが、図2、図3、図4のAの圧力がすべて同じであることに気づきたい。液面の高さの差を勘違いし

ている答案や重力加速度が抜けている答案が散見された。全体的に正答率は低かった。

#### 学部個別日程：理工学部

〔Ⅰ〕運動量保存やエネルギー保存、反発係数  $e$  の衝突によるエネルギー減少を状況に応じて適切に考えていくことになる。解法により計算量が大きく異なることから、短時間で解くためには各問いの本質を見抜く必要がある。全問正解した答案は少なかった。

〔Ⅱ〕前半の時刻や位相に関する問いの正答率は低かった。後半の回転する音源における問いの正答率は全体的に高かったが、波の数についての問いの正答率は低かった。このときに観測者が聞く音の振動数は音源から出る音の振動数より小さい。

〔Ⅲ〕極板間に1つの誘電体を挿入したときの問いの正答率は高かった。複数の誘電体や導体を挿入したときの問いでは混乱したと思われる答案が散見された。複数のコンデンサーの直列接続と見なせることに気づけるかどうか得点の別れ目となった。

### (3) 受験生へのメッセージ

物理の入学試験では、自然現象を物理法則にもとづいて、どれだけ深く理解できているかを評価することを目標としています。暗記した「公式」をあてはめれば答えられるような設問を避け、物理のさまざまな分野の理解を複合させて解くような問題の出題を目指しています。現象を式で記述することが必須ですが、問題で与えられる設定は必ずしも教科書に出てくるような、典型的なケースばかりではありません。式で表された法則のもととなった物理現象や観測結果を、日頃からイメージとして捉えておくことが、出題された問題に応じて柔軟に解くことができるかのポイントです。公式を天下一的に記憶し、入試問題を手当たり次第に解いて素早く答える練習を重ねるのではなく、教科書に説明されている現象や実験・観測結果の記述をよく読んで、どうしてこのように式で表現できるのだろうと自問自答しながら学習を進めてください。授業をよく聞いて、教科書をよく読んでも分からないときは、参考書を調べ、先生に質問してみましょう。その上で、自分でさらに考えましょう。遠回りのように見えても、逆に自然現象を物理法則にもとづいて理解する上での近道となるはずで、こうして入試問題にあたってみると、一部の問題が自然現象を物理法則にもとづいて理解する上でのヒントを与えている場合があると気付くと思います。

物理を暗記科目と捉えている受験生はほとんどいないと思います。物理では、他の科目のように多くの細かな事項を記憶する必要はありません。受験生の中には一生懸命に問題の解答を丸覚えして、確実に点数をとって入学試験に合格したいと思う人もいるかも知れませんが、その人は自然現象の本質を理解する機会を逃がしています。現実の物理現象は複雑で、解決の糸口さえ見えないように思える場合もあるかも知れません。しかし、物理学には法則を見だし、式を用いて定量的に現象を記述することで問題を解決してきた歴史があります。入試問題の一部には、そんな物理の歴史に触れられるような出題もあります。その問題を解いているとき、受験生のみなさんは、その時代の物理学者と一緒に、自然現象を理解しようとしているのです。

◆物理◆ 出題の意図

201	出題の意図
[ I ]	<p>力学の分野から、物体の衝突と自由落下、投げ上げ、ばね振り子に関する問題である。第1段落では、自由落下と衝突に関する基礎的な知識を問うた。第2段落からは、自由落下した小球がばねにつながれた板に衝突したときの小球と板の運動について考えた。この運動では、衝突が弾性衝突であることから、小球、板、ばねのエネルギーの和が保存する。1回目と2回目の衝突の位置が同じであることから、ばね定数が求まり、また、2回目の衝突直前の小球と板の速度が、それぞれ、1回目の衝突直後の小球と板の速度と大きさが同じで向きが逆になることが分かる。このことに気づけば、2回目の衝突により板が静止することが分かり、その後の作図を含めた問いを少ない計算量で答えることができる。</p>
[ II ]	<p>電磁気学の分野から、コンデンサーとコイルを接続した交流回路に関する問題である。はじめに、回路を流れる交流電流を既知とし、コンデンサーとコイルに加わる電圧をそれぞれ問うた。交流の電流と電圧の振幅と位相の関係を正しく理解しておく必要がある。その後、直列に接続した2つのコイルと直列に接続した2つのコイルを既知の交流電圧に並列に接続し、回路における電位と回路を流れる電流を問うた。これらは、コイルの合成容量などの知識をもとに答えることができる。最後に、電気振動が生じる条件を問うた。交流回路に関する知識がしっかり備わっていれば、問題文に沿って状況を理解することができ、答えにたどり着けるようにしている。</p>
[ III ]	<p>原子物理学の分野から、ボーアの原子模型に関する問題である。問題文の中で角運動量と呼ばれる量を定義し、いくつかの設問では、この量を使って答えるように指示している。第1段落では、等速円運動する電子に関連して、力学と電磁気学の両方の知識を問うた。第2段落では、量子条件や量子数、エネルギー準位などの原子模型の重要な概念を確認した。第3段落では、定常状態にあるときの電子波の波長と別の定常状態に移るときに放出される光子の振動数を問うた。文中に与えられた変数をうまく整理しながら答える必要がある。最後は、量子数と軌道半径やエネルギーの関係を表すグラフを選択する問題とした。得られた数式をもとに正しくグラフを思い描くことができる能力を問うている。</p>
204	出題の意図
[ I ]	<p>力学の分野から、2つの物体の間にはたらく万有引力に関する問題である。第1段落では、万有引力による位置エネルギーを万有引力がする仕事との関係から導出した。2物体間の距離の近似方法など、問題文の内容を理解しながら問題に取り組む必要がある。第2段落では、まず、万有引力を向心力として等速円運動する小物体の速さや周期を問うた。そして、ケプラーの3つの法則と楕円の性質をもとに、楕円軌道上を運動する小物体の速さと周期を導出した。楕円軌道の運動の特殊な場合を考えることで、万有引力で引き寄せられた小物体が他方の物体に衝突する時間を求めることができる。数学で学んだ知識も含めて思考できる能力を評価している。</p>

〔Ⅱ〕	電磁気学の分野から、導体中の自由電子の運動と未知抵抗の抵抗値の測定に関する問題である。第1段落では、導体内部の自由電子の運動と電流、抵抗値との関係について問うた。教科書の内容をもとにした標準的な問題である。第2段落と第3段落では、回路の組み方により抵抗値の測定の精度が異なることに主眼をおいて問題を構成している。ここでは、電流計や電圧計の内部抵抗だけでなく、導線の抵抗も考慮している。回路全体の合成抵抗を計算することなく、一部の回路に着目して電圧降下などを計算することで、答えを得ることができる。どこに着目して計算するか、その着眼点も評価の対象としている。
〔Ⅲ〕	熱の分野から、管でつないだ4つの円筒容器内の液体の圧力と気体の状態変化に関する問題である。容器内に閉じ込められた気体の圧力は、大気圧と各容器の液面の高さの違いから求めることができる。第2段落では、容器内に閉じ込められた気体を加熱したときの気体の状態変化について問うた。このとき、気体の体積と圧力はともに増加し、体積と圧力の変化は比例関係となる。気体の体積の増加と液面の高さの変化をつなげて考える必要がある。第3段落、第4段落、第5段落では、それぞれ、気体の定積変化、等温変化、断熱変化について問うた。見慣れない装置であっても、その仕組みや状況を考察できる能力を評価している。
207	<b>出題の意図</b>
〔Ⅰ〕	力学の分野から、なめらかな床の上に置かれた台と台の上面に置かれた小球の運動に関する問題である。台の上面は円筒断面を持ち、その端に小球が衝突する壁が存在する。第2段落では、台が固定されている状況のもとで、力学的エネルギーの保存、円運動する小球にはたらく力、衝突によるエネルギーの変化に関する知識を問うた。台を一方向に動ける状況とした第3段落では、運動量の保存や衝突時の力積に関する問いを出題した。第4段落では、台を自由に動ける状況とし、台と小球の両方の運動について考える問題とした。台と小球の水平方向の運動量の和が常にゼロであることに気づけば、見通しを立てることができる。
〔Ⅱ〕	波の分野から、音のドップラー効果に関する問題である。第1段落では、音源が静止し、観測者が動く場合について、音源から出た音が観測者に届くまでの時間や観測者の位置での音の位相について問うた。これらは、観測者が動く場合のドップラー効果の確認となっている。第2段落では、等速円運動する音源から出る音を静止している観測者が聞く設定とした。この場合、観測者が聞く音の振動数は周期的に変化することになる。観測者が聞く音の振動数とその音が発せられたときの音源の位置との関係を幾何学的に説明できることを求めている。また、その状況をグラフで表現できる能力も評価の対象としている。
〔Ⅲ〕	電磁気学の分野から、電荷が蓄えられている平行板コンデンサーに関する問題である。第2段落では、誘電体を極板間に挿入したときの誘電分極の状態について問うた。誘電体を極板間に挿入すると、静電誘導により極板に接する誘電体表面に電荷が現れ、その結果として極板間の電場が弱まる。第3段落では、複数の誘電体を挿入したときの電場の強さやコンデンサーの電気容量を問うた。第4段落では、帯電した導体を極板間に挿入し、極板間の電場の強さを表すグラフの描画を出題した。挿入した導体の表面には、導体内部に電場が生じないように電荷が分布する。極板間の電場は、それぞれの電荷がつくる電場の重ね合わせである。