

第3 問題作成部会の見解

1 問題作成の方針

「物理 I」の基本的理解を問うことを目的とし、平均点が 65 点程度となるように配慮しつつ、特定の分野に偏らないように留意して問題を作成した。高等学校学習指導要領の趣旨にそい、身近な現象や実験を題材とした新しい傾向の問題を意識して作題を行った。「物理 I」の分野構成に対応して、大問数は昨年どおりの 4 問とし、設問数は昨年より 1 問減らし 23 問（解答数 24）とした。

以下に、作題方針と問題作成時の留意点を挙げる。

- (1) 高等学校学習指導要領に準拠して出題する。
- (2) 平均点を 60 点以下にはしないようにする。
- (3) 「物理 I」の全分野から偏りなく出題する。
- (4) 学習の達成度を多角的に判定するため、各分野において、基礎的な易しい問題、標準的な問題、思考力を問う問題をバランス良く出題する。
- (5) 計算力を問う問題とともに、グラフや図を読み取る問題を設ける。また、目新しい状況設定の問題と、受験者が見なれた問題をバランス良く出題する。
- (6) 数値選択、文字式選択、グラフ選択、図選択、文章選択など、多様な解答形式が含まれるようにする。
- (7) 問題文は、受験者に誤解が生じないようにするとともに、できるだけ簡潔にする。

2 各問題の出題意図と解答結果

「物理 I」の受験者数は 143,646 人であり、平成 20 年度「物理 I」の受験者数に比べ 1,413 人増加した。全受験者数に対する選択率は約 28.3%であり、昨年度の 28.2%と同程度であった。平均点は 63.55 点で、昨年度の 64.55 点とほぼ同じであった。標準偏差は 21.39 で、これも昨年の 21.20 とほぼ同じであった。

第 1～第 4 問まで、平均点に大差はなかった。学力識別力は、第 1 問と第 4 問が特に高かった。

第 1 問 「物理 I」の全分野の中から基礎的な項目を選び、基本的理解を問うことを意図した。

問 1 運動エネルギー及び摩擦のなす仕事に関する基本的理解を問うた。

問 2 手回し発電機を題材に、電磁誘導、オームの法則、ジュール熱に関する基本的理解を問うた。

問 3 運動方程式に関する基本的理解を問うた。

問 4 光の全反射に関する基本的理解を問うた。

問 5 気柱の共鳴に関する基本的理解を問うた。

問 6 水力発電所を題材に、エネルギーの変換に関する基本的理解を問うた。

本大問の得点率は、大部分は予想どおりであったが、問 2 は予想外に正答率が低かった。問題全体としての学力識別力は高かった。

問 1 は、運動エネルギー及び摩擦のなす仕事に関する基本的問題であり、導出も容易で、冒頭の問題として適切と考え出題した。運動エネルギーの仕事への転化に対する理解が不十分な

受験者にとっては難しかったようで、学力識別力に優れていた。

問2は、多くの教科書で取り上げられている手回し発電機を題材として、電磁誘導、オームの法則、ジュール熱の基本的理解を問う標準的問題であるが、正答率は1割にも満たなかった。誤答のパターンを分析すると、電気抵抗の大きなものほど手回し発電機の手ごたえが大きいという、正答とは逆の順序のものが約6割を占めていた。

問3は、運動方程式に関する問題である。目新しい設定により理解の深さを試す問題であり、学力識別力に優れていた。なお、本問では、誤答としてあえて次元が合わない選択肢を用意した。下位群では、次元の違いに気付かず、公式集などで見慣れた式を選ぶ傾向が見られた。物理量の次元は最重要の概念の一つであり、大学入試センター試験においても、引き続きこのような誤答を用意することに意義があると思われる。

問4は、水と空気の界面における光の反射・屈折の基本的理解を問う問題である。水中から外部を見るという状況設定を正しく把握し、全反射に関する条件式を導き出せるかを問うた。正答率は少し低かったが学力識別力に優れていた。

問5は、気柱の共鳴についての基本的な問題として出題した。正答率は標準的で、学力識別力にも優れていた。

問6は、生活密着型として水力発電を題材にしてエネルギーの変換を問うた。学力識別力に優れていた。

第2問 静電気と電気回路に関する基本的理解を問うた。

A 箔検電器^{はく}を題材に、静電気と静電誘導に関する理解を問うた。

問1 静電気に関する基本的理解を問うた。

問2 静電誘導に関する基本的理解を問うた。

問3 問2とは別の状況で、静電誘導に関する基本的理解を問うた。

B 電池を題材に、オームの法則、電流と電気量の関係に関する理解を問うた。

問4 電流に関する基本的理解を問うた。

問5 電池の流す電気量に関する基本的理解を問うた。

問1は、箔検電器になじみのない受験者にも配慮した導入問題である。静電気に関する基本問題であり、予測どおり高い正答率であった。

問2は、帯電した箔検電器に帯電した棒を近づけた場合の箔検電器内の電荷の符号を問うものであった。最初から電荷を与えるという実験設定に不慣れなためか、正答率は若干低かったが、学力識別力は優れていた。

問3は、複数の手順を含む過程における箔検電器の開き方を問うたものであったが、多くの教科書で実験及び観察として扱われているためか、正答率は高かった。

問4は、電流が単位時間に流れる電気量であること^{けた}の理解と計算力を問う問題であり、学力識別力に優れていた。正答と数十桁も異なる誤答を選択した受験者が少なからず見られた。

問5は、日常使われている携帯電話の電池を題材として、電気量に関する基本的理解を問うたものであり、正答率は高かった。

第3問 波動に関する基本的理解を問うた。

A スピーカーから発せられる音波を題材として、音波の干渉に関する理解を問うた。

問 1 音波の伝播の基本的性質を問うた。

問 2 音波の干渉、特に定常波が発生する場合の波長と振動数に関する基本的理解を問うた。

問 3 前問の定常波と、運動する測定器から見た場合のうなりとの関係を問うた。

B 回折格子を題材に、光の回折に関する基本的理解を問うた。

問 4 一次回折光の波長と回折角の関係について問うた。

問 5 一次回折光の色と回折角の関係について問うた。

問 1 は、音波伝播に関する基本問題であり、予想どおり高い正答率を示した。問 2 については、定常波の腹と節との距離から互いに干渉する元の波の波長・振動数を問う基本的な問題であり、学力識別力に優れ、正答率も高かった。問 3 は、前問の定常波について、視点を変え、動いている測定器から見たうなり現象として把握できるかを問う問題である。正答率は高かった。問 4 は回折格子に関する基本問題であり、高い正答率であった。問 5 は、回折角と波長の関係を、可視光の波長とスペクトルとの関係を通して問う問題であり、高い学力識別力を示した。

第 4 問 力学、熱・エネルギーに関する基本的理解を問うた。

A 剛体のつり合いとバネのエネルギーについての基本的理解を問うた。

問 1 ばねを題材に、力のつり合いに関する基本的理解を問うた。

問 2 ばねの弾性エネルギーに関する基本的理解を問うた。

問 3 力のモーメントのつり合いに関する基本的理解を問うた。

B 浮力を含む力のつり合いと運動の法則に関する基本的理解を問うた。

問 4 浮きを題材に、浮力を含む力のつり合いに関する基本的理解を問うた。

問 5 運動方程式に関する基本的理解を問うた。

C 理想気体の熱力学についての基本的理解を問うた。

問 6 理想気体の状態変化に関する基本的理解を問うた。

問 7 理想気体のする仕事に関する基本的理解を問うた。

A は全体として正答率は高かった。

問 1 は、力のつり合いに関する基本問題であり、正答率が非常に高かった。

問 2 は、ばねのエネルギーに関する標準的問題であり、学力識別力が高かった。

問 3 は、力のモーメントのつり合いに関する標準的問題であり、学力識別力が高かった。

問 4 は、力のつり合いに関する標準的問題であり、学力識別力が非常に高かった。

問 5 は、状況を理解していない受験者にとっては難しかったようで、平均点が低かったが、中～上位群で高い識別力を示した。

問 6 は、数年ぶりに出題した $P-V$ 図を用いた問題であったため、低い正答率を予想したが、5 割程度の正答率であった。

問 7 は、気体のする仕事についての標準的な設問であり、高い学力識別力を示した。

3 出題に対する反響・意見についての見解

高等学校教科担当教員、日本理化学協会、日本物理教育学会から意見をいただいた。全体として、現行の高等学校学習指導要領に準拠した、おおむね基礎的・標準的な問題との評価をいただいた。

また、難易度に関しては「適当」であり、平均点についても3年間連続して「適正な範囲」であるとの評価をいただいた。今後も同程度の難易度と平均点を維持してほしいとの意見であった。

以下、各問に関する評価に対する本部会の見解を述べる。

第1問

問1の完答5点は厳しいという意見があった。今後配点を考える際の参考にしたい。

問2は、手回し発電機を題材にした問題である。「理論的に考えると難しく、実験経験の有無で難易度に大きく差が出るのでは」という指摘もあったが、「工夫された良問」という評価が多かった。受験者の解答パターンを分析すると特定の誤答に偏っており、「授業で実験していた生徒にも誤答が少なくなかった」との報告もあった。「深い物理的な思考力と普段の実験の重要性を問う問題であり、物理の指導に当たって実験・観察の大切さを再認識させる良問である」との評価もいただき、本部会としても実験・観察における考察の重要性を意識させる作題を今後も行っていきたいと考える。

問3は、「慣性力を学習していないと難しい」との指摘があったが、運動方程式を使って素直に解ける問題であり、「物理Ⅰ」の範囲内であると考えられる。

問4は、水と空気の界面における全反射の問題として、与えられた図から問題設定を正しく読み取れるかどうかの能力を識別する良問であるとの評価を得た。一方で、屈折の法則から正解式を導き出すのに少し高度な数学的処理能力が必要との指摘があった。本問が示した高い学力識別力はその点にも要因があったかもしれない。

問5は、気柱の共鳴についての標準的な問題であり、各界の評価も同様に学力識別力も高かった。

第2問

Aの「箔検電器」に関する問題は、「どの学校にもある実験器具であり、見えない電荷移動を想像する力や理論的な考察力を問うことができる良問」というコメントをいただいた。その一方で、「教科書によっては『物理Ⅱ』に記載されており、授業での取り扱い方によって正答率に差が出る」という意見も一部あった。本部会としては、この点をあらかじめ考慮して、問1で箔検電器の原理を誘導するなど出題形式を工夫しており、受験者に混乱はなかったものと考えられる。事実A全体の平均点は高かった。

Bはまた、「電流の定義を理解しているかを問うていたり、グラフから考えさせたりするなど、物理の本質を取り扱った良問である」という評価もいただいた。またBの問5で取り扱われた「携帯電話の電池の寿命」という題材は、日常に密着している良問との評価が多かった。

第3問

Aの問3については、「物理学には欠かせない『別の見方』が取り入れられており、面白い発想の良問である」との評価をいただいた。一方で、観測者が動く場合のドップラー効果は一部の教科書では発展として扱われているとの指摘もあったが、設問では観測者が動く場合のドップラー効果の公式を使わずに解けるよう工夫しており、「物理Ⅰ」の範囲内と考える。事実、正答率は極めて高かった。

Bの問4については、角度 θ ではなく $\sin\theta$ を問うべきとの指摘があったが、本部会としては、光路差の計算に $\sin\theta$ と $\cos\theta$ のどちらが使われるのかも含めて問うことを意図している。

第 4 問

A は、「基本的な問題である」との評価であった。本部会も同じ見解である。

B について、浮力は「力学の主要なテーマではない」との指摘もあったが、「物理 I」で学習する重要な概念であり、本部会としては避ける必要はないと判断する。また問 5 の選択肢に問 4 の設問の x が現れることは受験者に混乱を与えかねないとの指摘があった。本部会としては、問 4 が不正解の受験者でも解けるようにとの配慮であったが、選択肢の作り方など、もう少し工夫ができたかもしれない。「もう少し考え方を丁寧に誘導する方がよい」との意見もあったが、「よく考えれば解ける思考力を問う問題である」との評価もあった。実際、平均点は低かったが、上位群に対する学力識別力には大変優れていた。図が小さく見にくかったとの意見については、今後の参考にしたい。

C は、新教育課程になって初めての P-V 図を用いた設問である。「『物理 I』と『物理 II』のどちらの範囲であるか、少し怪しい」という指摘もあったが、「物理 I」で学ぶボイルの法則やシャルルの法則だけで自然に解けるよう工夫している。「物理的に理解していれば解ける問題で、グラフを読み取る能力も問うており適切な問いである」といった意見も多かった。

4 来年度以降の留意点

以下に問題作成上の内容及び形式に関する留意点をまとめて記しておく。

- (1) 平均点が 65 点程度になるよう配慮する。
- (2) 教科書にあり授業でも時間を割いて教える基本的な知識・法則を問う基礎問題から物理的思考力を問う問題までバランス良く出題する。
- (3) 物理教育に良い影響を与えるように、実験可能な問題、探求活動のきっかけとなるような問題が含まれるよう配慮する。
- (4) 日常生活に密着した題材からの問題が含まれるよう配慮する。
- (5) 教科書で発展として扱われている題材を取り上げる場合は、ヒントを与えたり、イメージが湧きやすいよう図を挿入したりするなどの工夫をした上で、「物理 I」の範囲内で解けるようにする。
- (6) 平均的な学力を持つ受験者が試験時間 60 分以内にすべての問題に取り組むことができ、また思考力を要する問題に十分な時間を割けるよう、問題設定や問題文を分かりやすくする。
- (7) 設問形式、文章、図などは十分検討し、受験者が問題を容易に把握できるよう配慮する。
- (8) いわゆる連動問題を作る必要がある場合は、一つの誤答が他に大きく波及しないよう配慮する。