

第3 問題作成部会の見解

1 問題作成の方針

「物理 I」では、高等学校学習指導要領の趣旨に沿い、特定の分野に偏らないよう留意しつつ、身近な現象や実験を題材として取り上げるように問題作成した。特に、「物理 I」の基本的理解を問うことを目的とし、標準的な難易度の問題を中心に問題を作成し、平均点が65点程度となることを目標とした。また問題は、「物理 I」の分野構成に対応して、大問数は昨年とおりの4とし、設問数は昨年より2題少ない20問（解答数20）とした。難易度は本試験の問題と同程度を目指した。

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) 「物理 I」の全分野から偏りなく出題する。
- (3) 平均得点率を6割程度にするという大学入試センターの方針に留意する。
- (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・語句選択など、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

大問別では、学力識別の観点からは全体として大きな問題はなかったと考えられる。ただ、「物理 I」の追・再試験受験者数は少なく、統計的な意味は薄れている。

以下に、大問ごとに出题意図、解答結果の順に述べる。

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

問1 摩擦力及び作用反作用の法則に関する基礎的理解を問うた。

問2 光の屈折に関する基礎的理解を問うた。

問3 磁場中の電流が受ける力に関する基礎的理解を問うた。

問4 熱力学の基本法則に関する基礎的理解を問うた。

問5 抵抗で消費する電力に関する基礎的理解を問うた。

問6 音波の伝播速度に関する基礎的理解を問うた。

問1は、あらい水平面上で等速度運動する二つの物体に働く力の関係を考えさせる問題である。力学に関する基礎的問題であり、冒頭の問題として適切と考え出題した。識別力は低かった。

問2は、光の屈折現象を利用したレンズの基本的仕組みを理解していれば正解に到達できる。識別力の低い問題であった。

問3は、磁場中の電流が受ける力の向きを問う問題であり、識別力も低かった。

問4は、エアコンと電気ストーブについて、消費される電気エネルギーと室内に加えられる熱量の関係を求めさせる基礎的な問題である。識別力は標準的であった。

問5は、直列に接続された異なる抵抗の消費電力に関する標準的な問いであった。

問6は、音速が音源の速度によらないことを理解していれば解ける。識別力は高かった。

第2問 電磁気に関する基本的な理解を問うた。

A 電気回路と電力に関する理解を問うた。

問1 可変抵抗が電源と直列接続されたときに、抵抗値とそこで消費される電力との関係についての理解を問うた。

問2 可変抵抗と抵抗値が固定された抵抗並びに電源が直列接続されたとき、可変抵抗値で消費される電力についての理解を問うた。

B 電流と磁石が作る磁場についての基本的理解を問うた。

問3 二つの方位磁針を合わせた装置（無定位磁針）を使って導線に電流を流したときの磁場を調べることで、導線の周囲に生じる磁場分布に関する理解を問うた。

問4 二つのコイルを合わせた回路を使って、棒磁石の移動による誘導起電力について理解を問うた。

問1は、抵抗と電源を直列に接続した回路において、抵抗における消費電力を問う基礎的な問題であった。

問2は、問1にさらに抵抗値が固定されている抵抗を直列に接続した回路において、可変抵抗の両端の電圧と消費電力を問う問題であるが、計算がやや複雑であり、識別力も低かった。

問3は、電流が作る磁場から二つの磁針が受ける力をについて問うたが、識別力は高かった。

問4は、棒磁石の移動から二つのコイルに生じる誘導起電力を考察する力を問うた。

第3問 波動に関する基本的理解を問うた。

A 可動式の板で反射される音を題材として、波に関する基本的事項を問うた。

問1 板で反射された音と直接到達する音とが作る定在波に関して理解を問うた。

問2 一定速度で動く板で反射された音のドップラー効果に関して理解を問うた。

B 水面波の干渉の基本事項の理解を問うた。

問3 二つの波源から発生する同位相の水面波の干渉に関して波源間の距離よりも波長が短い場合の理解を問うた。

問4 二つの波源から発生する同位相の水面波の干渉に関して波源間の距離よりも波長が長い場合の理解を問うた。

問1は、直接伝わる音と板で反射された音とが干渉する際、音源付近で音が弱めあう条件について問うた。定在波の節の間隔が半波長であること、音速・振動数・波長の関係を理解していれば正解が得られる。識別力は高かった。

問2は、板を一定速度で遠ざけた場合に、板で反射される音の波長・振動数について問うた。板を「反射される音の音源」と捉えてドップラー効果を考えれば正解が得られる。識別

力は高かった。

問 3 は、波源間の中心で波が強め合うこと、波源から等距離の地点で波が強め合うこと、この地点は、波源を結ぶ直線上では反波長の間隔で配列することなどの理解から正答が得られる。識別力は良好であった。

問 4 は、波源間の中心で波が強め合う以外には波が強め合う箇所がないことの理解から正答が得られる。識別力は良好であった。

第 4 問 力学及び熱に関する基本的理解を問うた。

A ばねによる物体の鉛直運動、及びエネルギー保存則の理解を問うた。

問 1 力学的エネルギー保存の法則に関する関係式と小球がばねから離れる条件を問うた。

問 2 小球が床上に落ちるまでの時間を問うた。

B 摩擦のある場合の運動に関する理解を問うた。

問 3 動滑車を引く力と糸の張力の関係とあらい水平面上の物体が動き出す条件を問うた。

問 4 一定の力で動滑車を引いたとき、物体が動いた距離と物体の速さを問うた。

C 気体の状態変化に関する基本的理解を問うた。

問 5 気体の状態を保つために手がピストンに加えている力の大きさを問うた。

問 6 気体を断熱変化及び等圧変化させた場合の内部エネルギーの変化を問うた。

問 1 は、鉛直に固定されたばね上に小球をのせ、小球を押し下げて静かに放した直後の運動についての理解を問うもので、識別力は標準的であった。ばねの上に静かに小球をのせた場合のつりあいの条件と混同したと思われる誤答が多かった。

問 2 は、小球の鉛直運動についての基本的理解を問うもので、識別力は高かった。

問 3 は、動滑車に働く力のつりあいと最大摩擦力についての理解を問うもので、識別力は標準的であった。

問 4 は、仕事の原理（あるいは幾何学的考察）、及び力学的エネルギーの変化と外力や動摩擦力がした仕事の関係についての理解を問うもので、識別力は標準的であった。

問 5 は、ピストンに働く力のつりあいについての基本的理解を問うもので、識別力は高かった。大気圧を見落としたと思われる誤答が多かった。

問 6 は、気体がされた仕事や熱力学第一法則、及び温度の変化についての理解を問うもので、識別力は低かった。

3 出題に対する反響・意見についての見解

追・再試験については、高等学校教科担当教員と日本物理教育学会から意見が寄せられた。その中では、高等学校における学習の達成度を見るのにふさわしいものとなっている、基礎的な知識を問う問題から物理的な思考力を問う問題までバランス良く出題されていたとの評価の一方、第 2 問以下の出題は二次試験にふさわしい内容で、基礎・基本を問う大学入試センター試験から離れ過ぎているという意見もあった。出題範囲について、「物理 I」を超えた設問、あるいは発展的問題になっているとの指摘もあった。本部会では、「高校における基礎的学習達成度を測る」という大学入試センター試験の目的を達成するためには、単に知識を問うばかりでなく、その基礎知識の様々な状況での理解を問うことも大切であると考えており、その観点からも出題は「物理 I」の範囲内

の問題と考えている。これらに関して平成27年度以降、「物理Ⅰ」は廃止となるが、引き続き出題範囲の妥当性を重視するとともに文章表現に十分配慮する等の工夫をしていく必要があると考えている。

過去において、一問5点の配点は重いので、設問数を増やし、一つの設問の配点を減らすことを検討してほしいという要望があったが、今回の問題においては部分点を与えることによって、一問の配点が重過ぎることのないように考慮した

以下、各問の評価に関する本部会の見解を述べる。

第1問

問1は、作用反作用の法則と物体に働く力のつりあいを考えることで解答が導き出せる標準的な問題であるという評価をいただいた。基礎的な問題を冒頭の問題とする本部会の目的は十分達成されたと考える。また、Aの一端を押した力の方向が明示されていないので、戸惑った受験者もいたのではないかという意見をいただいた。今後の問題作成の参考にしたい。

問2は、評価・意見は特になかった。

問3は、一様な磁場内に置かれたコイルの動きから磁場の向きを推測する標準的な問題であるという評価をいただいた。

問4は、エネルギーの変換と保存を考えることで解答が導き出せる基礎的な問題であるという評価をいただいた。また、「エアコンが外気から取り入れた熱量 Q_2 」としたり、「エアコンは電気エネルギーを全て仕事に変換できるものとする」と入れたりすると、図との整合性が取れたのではないかという意見をいただいた。今後の問題作成の参考にしたい。

問5は、形状の異なる抵抗線によって温められた水の温度の高低を問う標準的な問題であり、抵抗の長さや断面積と抵抗値の関係、ジュールの法則を理解していれば解答を導き出せるという評価をいただいた。

問6は、特段の意見はなかった。

第2問

問1は、直流電源に接続された可変抵抗の抵抗値を変化させた場合の消費電力の変化を問う基礎的な問題で、ジュールの法則を理解していれば解答を得ることができるという評価をいただいた。

問2は、受験者の中でこのグラフを描いた者はほとんどいなく、設問の仕方に工夫を要望するという評価をいただいた。同様に、関数からグラフの概形を正しく判断することができた受験者は少なかったのではないかという意見をいただいた。今後の問題作成の参考にしたい。

問3は、直線電流が作る磁場の向きを方位磁針が指し示す向きによって問う基礎的な問題であるという評価をいただいた。

問4は、磁場のごく初歩しか学んでいない「物理Ⅰ」だけの履修者には、条件文が分かりにくいという評価をいただいた。一方で問題の正答率は高かった。今後は条件文の表現に配慮する必要があると考えている。

第3問

問1は、音源からの直接音と板からの反射音の干渉に関する基礎的な設問であるという評価

をいただいた。

問2は、音源から遠ざかる板が反射した音の波長と振動数に関する応用的な設問であるという評価をいただいた。「物理 I」の学習内容を組み合わせて解答が導き出せるとの指摘をいただいた。一方、類似の現象は教科書において「発展」として記載されており、大学入試センター試験の出題範囲から逸脱しているのではないかという指摘をいただいた。本部会では、本問は「物理 I」の出題範囲内にあると考えているが、今後、適切なヒントを与えるなどの工夫にも配慮したいと考えている。

問3・問4ともに、基本だけでなく、干渉をよく知るものが次に注目するところを見抜かないと正解に達しない構造になっているとの指摘を受けた。また同時に、問3は標準的な設問、問4は基礎的な設問という評価も得ている。総合的にみて、やや難しい面はあると言えるが、極端に応用的な問題とまでは言えず、識別力のある設問だったと言える。

第4問

Aは小球がばねを離れる条件を問うという二次試験にふさわしい設問であり、基礎・基本の理解度は分からないという意見をいただいた。また、部分点の設定に疑問が投げられた。部分点の設定方法については、今後の問題作成の参考にしたい。思考力を問う問題はしばしば二次試験にふさわしいとの批判を受けるが、本部会では、連動問題を避けつつ各要素に分割して問うことにより、「物理 I」のみの履修者にも十分対応できる大学入試センター試験にふさわしい問題に昇華できると考えている。また、誤答の分布から、各要素の理解度を推量することができると考えている。

問1は、鉛直に固定されたばねにのせた小球の運動に関する標準的な設問であるという評価をいただいた。

問2は、鉛直投射された小球が床に落ちるまでの時間を問う標準的な設問であり、二次方程式の解の公式を用いる能力を併せて問う問題であるという評価をいただいた。また、現象を誤って捉えた場合の誤答も選択肢に加えると、物理現象を捉える力をより詳しく見ることができたのではないかという意見をいただいた。今後の問題作成の参考としたい。

Bは物体が動き出す条件に動滑車を組み合わせるという二次試験にふさわしい設問であり、したがって基礎・基本の理解度は分からないという、Aに対してと共通の意見をいただいた。また、部分点の設定に対してもAに対してと同様な疑問が投げられた。これらの意見に対して本部会ではAで述べたものと共通の見解をもっており、参考にするべき点は今後取り入れていきたいと考えている。

問3は、動滑車に働く力のつりあいと最大摩擦力について理解していれば解答を導き出せる標準的な問題であるという評価をいただいた。また、動滑車を引く力と糸の張力の関係については、動滑車が動き出す前と後のどちらについて考えるのか戸惑った受験者もいたのではないかという意見をいただいた。今後の問題作成の参考としたい。

問4は、仕事の原理及び力学的エネルギーの変化と外力や動摩擦力がした仕事の関係を理解していれば解答が導ける応用的な問題という評価をいただいた。運動の法則からも考えることができるが、その場合やや計算力が必要となるという意見もいただいた。解き方による難易度についても、今後は配慮したい。

Cでは解答では使用されない体積の値が与えられているという意見をいただいた。今後は配慮したい。

問5は、ピストンに働く力のつりあいから解答が導き出せる基礎的な問題であるという評価をいただいた。

問6は、気体がされた仕事や熱力学第一法則及び温度の変化から解答が導き出せる標準的な問題であるという評価をいただいた。

4 来年度以降の留意点

平成27年度から「物理Ⅰ」は廃止となるが、本年度の結果と各方面からいただいた意見を踏まえ、従来からの以下の留意点を確認するとともに、問題構成、配点、組合せ問題の在り方等を検討し「物理基礎」及び「物理」の問題作成に生かしていきたい。

- (1) 平均得点率が6割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・法則を問う基礎的問題から物理的思考力及び計算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) 物理に対する関心を高めるために、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、「物理基礎」ないしは「物理」の範囲内で解けるように出題する。
- (6) 平均的な学力をもつ受験者が試験時間60分以内に全ての問題に取り組むことができ、また思考力・計算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、状況設定、問題文、図などはよく検討し、受験者が短時間で容易に問題を把握できるように配慮する。
- (8) いわゆる連動問題はできるだけ避け、連動問題を出題する必要がある場合には、一つの誤答が他に大きく波及しないよう配慮する。