

# 理 科

## 物理基礎，物理

### 第1 高等学校教科担当教員の意見・評価

#### 物 理 基 礎

##### 1 前 文

「物理基礎」は、身の回りの事物・現象に関心をもたせ、日常生活や社会との関連を図りながら、科学的に探究するために必要な資質・能力を育成する科目である。

今年度の追・再試験における受験者数は62人であり、昨年度の追・再試験より58人減少し、全受験者数の4.0%であった。理科の他の基礎科目と比較すると最も受験者数が少なく、理科①受験者に対する「物理基礎」の選択者数の割合は約8.8%であった。

評価の視点としては、報告書（本試験）14ページに記載の8つの観点により、総合的に検討を行った。

##### 2 内 容・範 囲

内容については、全体を通して「共通テスト問題作成方針」、第1「問題作成の基本的な考え方」の「知識の理解の質を問う問題や、思考力、判断力、表現力等を発揮して解くことが求められる問題」の重視や、「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けた授業改善のメッセージ性を考慮した「様々な学習の過程を意識した問題の場面設定」の重視がなされていた。さらに、スーブの熱、スマホの充電チェッカー、スピーカー、紙コップといった、日常生活や実験などで使用したり経験したりしている事物や物理現象と結び付けた設問も多く見られた。これは「共通テスト問題作成方針」、第2の「問題作成のねらい、範囲・内容」の「身に付けた知識の理解や思考力等を新たな場面でも発揮できるかを問う」ことをねらった内容であったと言える。「共通テスト問題作成方針」を昨年度よりも更に発展的に具現化した内容であり、一部受験者にとって見慣れない図や表現もあったが、設問の内容は学習指導要領の範囲内であるとともに、その内容に極端な偏りもなく、「物理基礎」の全範囲から適切に出題されていたと言える。基礎的な知識を問う設問と、思考力・判断力・表現力等を要する設問とが、バランス良く含まれていて、受験者の学力を評価するのに適切な内容構成だったと言える。

第1問 小問集合の形式で、力学、熱、電気、電磁気および音と幅広い分野から出題された。スーブの熱、スマホの充電チェッカー、スピーカーといった、日常生活で経験する物理現象や、使用する事物の原理と結び付けた設問が多く見られた。これは物理の学習を学校の教室や実験室のみにとどめず、学習した知識や概念を身の回りの様々な現象や事物に当てはめてみることをうながすことにつながり、身に付けた知識の理解や思考力等を新たな場面でも発揮できる力の涵養<sup>かんよう</sup>につながると考える。図が用いられているのは好ましいが、図をより分かりやすくするべきところがあった。内容の範囲については学習指導要領に示された基本的な知識・理解を問う設問であった。

問1 等速直線運動する物体に、瞬間的に外力が加わり（以下「撃力」とする）、その物体の

0.1秒ごとの位置を示す図から、撃力のはたらいた向きと、撃力がはたらいて0.2秒後の物体の位置とを問うものだった。

問2 熱いスープを、熱容量の異なる容器に移し、熱平衡に達したときの温度について問う設問を通して、比熱（比熱容量）と熱容量の概念についての知識・理解を問うものだった。

問3 スマートフォン（スマホ）の充電チェッカーの内部の仕組みについて、考えさせる設問であった。電流や電圧の測定方法という基本的な知識・技能を活用できるかを問うものだった。

問4 スピーカーの原理的な構造を図で示し、コイルに流す電流と音の関係について考えさせる設問であった。直前の問3と同様に、電流による磁場の発生や音の高さについての基本的な知識・技能を活用できるか問うものだった。

第2問 斜面上の小球の運動について、基本的な知識・理解を問う設問であった。いずれの内容も学習指導要領に示された範囲の、基本的な知識・理解を問う設問であった。

問1 運動の法則の概念理解を確認する基本的な設問であった。

問2 **8**は、運動方程式の概念理解を確認する基本的な設問であった。**9**は斜面をすべっていく小球の「速さ」と「時間」の関係をグラフで表現できるかを確認する基本的な設問であった。

問3 小球が斜面上をすべり落ちるのに掛かる時間を表す式を求める基本的な設問である。

問4 **11**は、力学的エネルギー保存の法則の概念理解を確認する基本的な設問であった。**12**は「仕事」の概念理解を確認する基本的な設問であった。異なる勾配の斜面で比較しながら問うというあまり見られない問い方なので、記憶に頼るのではなく、きちんとした概念の理解ができていないかを確認できる良問といえる。

第3問 糸電話を使った探究的な実験を通して、音や波動に関する基本的な知識や概念を問う設問であった。だれもが触れたことがあろう糸電話を取り上げることは、事物による身近な物理現象への興味関心を向上させ、探究的な学習の素地となる資質能力の育成につながると考える。

問1 プラスチックの小球を用いて、その動き方から、なぜそのような現象を示すのかの理由を考えさせる設問であった。このようにある現象を観察し、その原因やメカニズムについて思考し仮説を立てるといえるのは、探究的な学習においてなくてはならないプロセスであり、探究的な学びを促すことにつながる設問であった。

問2 スピーカーから出た音をオシロスコープで測定した波形から、音の周期と振動数を求める設問である。実際の実験でも行う基本的な技能を問う良問であった。

問3 スピーカーから出た音と、糸を伝わってきた音とをオシロスコープで測定し、さらに糸の長さを変えた場合と比較することで、糸を伝わる音の速さを求める設問である。オシロスコープの波形のずれから、変化した糸の長さが半波長分であることを見出すには、波の伝わり方に関する概念がしっかりと身に付いている必要がある。また前問の問2と同様、オシロスコープの波形から必要な情報を読み取る実験の技能を問う良問であった。

### 3 分量・程度

大問は3問で、第1問は例年通り4題の小問集合、第2問は斜面上の小球の運動に関する一般的な設問であり、第3問は糸電話に関する探究的な活動による出題の構成で、例年と同様なものであった。

大問2と大問3に含まれる設問数を昨年度と比較すると、大問2は昨年度5問、今年度4問、

大問3は昨年度4問，今年度3問，とともに1問ずつ減少している。一方で解答番号は，昨年度は15までであったのに対し，今年度は18までと増えている。これはひとつの設問の中で，組合せで問われている設問が昨年度は2問であったのに対し，今年度は7問と大幅に増えたためである。つまり今年度は解答番号が多いものの，同様の条件下での設問が多く設定されているため，解答の負担はむしろ減っていると考えられる。難易度が増す，組合せによる解答を求める問題数が昨年度は1問であるのに対し，今年度は2問となっていた。以上のことを総合的にみて，全体の出題の分量や難易度は，昨年度の共通テストや一昨年以前のセンター試験と同程度であり，共通テストの趣旨にのっとった適切なものであると言える。

第1問は小問集合の4問のうち3問は力学，熱，電気の各分野から1問ずつ出題され，もう1問は音と電気の融合問題として出題され，探究的な活動や思考の過程の要素が含まれる設問が多かった。

問1には，物理基礎で余り扱わない撃力が出てくるが，簡潔かつ適切に説明されていた。問1も問2も，組合せによる解答として答える設問であり部分点の設定はないが，リード文をきちんと読み取ることができれば，基本的な知識や概念を問う設問であると言える。

問3の3や問4は，物理基礎で学ぶ複数の基本概念を組み合わせて思考し解答する設問であり，物理基礎で学んだ知識や概念の活用を求める設問である。このような知識の活用の経験にとぼしい受験者にとっては厳しい設問であった。しかし，受験者の学び方や授業改善において，知識の活用を促す設問としてさらなる工夫を加えながら出題頻度が増えていくことが望まれる。問3の4は，公式に当てはめればよく，中学の学習内容であった。

第2問は，斜面上における小球の運動についての基本的な設問である。問1は6と7の組合せであり，両方正解の場合のみ点を与えることとなっているが，運動の法則や斜面上の加速度についての定性的かつ基本的な設問であった。問2も問1と同様に8と9の組合せであり，両方正解の場合のみ点を与えることとなっている。問2も運動の法則に関する問いであるが，加速度の大きさの変化にクローズアップし，さらにグラフでの表現も求めているので，基本的な問いではあるが問1よりもより深い概念理解の確認となっている。公式の暗記に終始してしまっていないかを確認するうえで有効な設問である。問3は一見公式を用いて容易に解答できそうに見えるが，式内の各物理量，特に加速度の設定に注意を要することと，三角関数の置き換えも加わっており，暗記した式に文中の物理量を単純に代入するといった学習観では解答できない設問となっており好ましい。問4は斜面の勾配を変化させ，変化の前後で高低差が同一の点を通過するときの瞬間の速さと，垂直抗力がする仕事がそれぞれどのように変化するのかについて，比較の形で問う設問である。解答番号は2つに分かれており，配点は独立している。力学的エネルギー保存の法則と，仕事の概念に関する基本的な設問であるが，この設問のようにある条件を変化させて比較しながら問う形式は，基本概念の理解を確認するうえで良問である。

第3問は，糸電話を用い音が伝わる仕組みについて探究の過程を踏まえた設問である。正解が連鎖している設問も複数組あるが，受験者に不利益にならないような，組合せによる配点の設定が配慮されている。問1は音が糸を通して伝わるという仮説の検証実験から観察された現象から，何がいえるのかを問う設問である。4つの選択肢から正しいものを2つ選択し順不同で独立に配点された設問であったが，解答しやすい選択肢であったので，正解はひとつであってもよかったと思われる。問2と問3は糸電話の紙コップの中に設置した音源とマイクロフォンの信号をオシロスコープで観察し，その結果を使って解答する設問である。問2では音の周波数と振動数，問3では糸の長さを変えながら測定し，それらの結果から糸を伝わる音の速さを解答する設問である。問2も問3も，先の解答を用いて後の解答を求める組合せ問題であるが，先の問題に誤答し

ていても、その誤答の結果を用いて後の解答が「正しく」求められている場合は、点が与えられる配点になっており、記述試験の採点のように思考力・判断力・表現力等を重視する配点形式になっているといえる。いずれも基本的な問であり、リード文の実験条件や計測結果を正確に理解すれば容易に解答できる設問であった。

#### 4 表現・形式

第1問の問1には通常は物理基礎で扱わない撃力が用いられたが、リード文中に十分な説明があり問題ない。同じく第1問の図に関して、より分かりやすい工夫を加えることで、解答者が集中できるようになるであろう。例えば問3であれば選択肢の図の充電チェッカーのケースを示す線が実線で表現されているが、回路を表す線と誤認しないよう破線にしたり、ケースを表す線であることを文字で明示したりする。また、問4であれば、図のスピーカーの向きを一般的なスピーカーの向きと同様に横向きにして受験者がイメージしやすくする。さらに、磁力線の図示を割愛するか、または磁力線を表す線であるもとの説明を図中に加えて図を分かりやすくする、などである。

また、第1問の問4では表現の加筆訂正があったが、内容に関するものではなく問題ないと認識した。しかし受験者の無用な動揺を避ける上では再発しないよう最大の配慮をお願いしたい。

配点については、文字計算の問いが1問4点、数値計算の問いが5問12点、語句・文章の問いが8.5問29点、図・グラフの問いが1.5問5点であり、数値計算が昨年度の23点に比べ大幅に減少し、語句・文章の解答が昨年度の10点に比べ大幅に増加した。概念理解を確認する問いが重視された結果だと認識する。また、昨年度は物理の特徴である文字式の解答がなかったが、今年度は出題されており、この点でも改善が図られていた。選択肢数は3択－3問、4択－9問、5択－2問、6択－2問、8択－2問であった。昨年度（2択－4問、3択－2問、4択－3問、7択－1問、8択－4問、9択－1問、10択－1問）と比較すると、選択肢数が7以上の問題が7問から2問へと大幅に減少したが、それと同時に連動した解答の設定や配点の工夫等もなされていた。

#### 5 ま と め（総括的な評価）

学習指導要領「物理基礎」の目標に合致した内容の設問であり、特に「日常生活や社会との関連」や「目的意識をもって観察、実験などを行い、物理学的に探究する能力と態度を育てる」といったねらいを重視した設問が多い内容であった。基本的でありながら思考力・判断力・表現力等を要する問題も多く出題された。また、学習した知識や概念を新たな場面でも発揮できるかを問う内容もあり、学習のあり方や授業改善へのメッセージ性もあった。しかし、見慣れない図や学習していない現象を用いることとなるため、作問にあたっては十分な工夫が必要不可欠となる。受験者の学習観や指導者の授業のあり方を省みるきっかけとなりうる内容であり、今後の理科教育の進むべき方向性にそっていると考える。基礎的概念でありながら、理解の深さを確かめる良問作成に挑戦された作問委員の先生方に深い敬意を表したい。

# 物 理

## 1 前 文

「物理」は、身近な物理現象に関心をもたせ、科学的に探究するために必要な資質・能力を育成する科目である。具体的には、科学の基本的な概念や原理・法則に関する深い理解を基に、基礎を付した科目との関連を考慮しながら、自然の事物・現象の中から本質的な情報を見いだしたり、課題の解決に向けて主体的に考察・推論したりするなど、科学的に探究する過程を重視するものである。共通テストの本試験の全受験者数は、487,469人、追・再試験の全受験者数は、1,536人であった。「物理」受験者は、本試験の148,585人に対し、追・再試験は566人であり、追・再試験の全受験者数の36.8%であった。

評価の視点としては、報告書（本試験）14ページに記載の8つの観点により、総合的に検討を行った。

## 2 内 容・範 囲

内容については、受験者にとって見慣れない場面設定であっても、冷静に状況を把握し、状況に即した法則を判断する問題や、グラフから必要な情報を読み取って活用したり、グラフの意味を科学的に考察する問題、物理量を異なる単位系で表現する問題などがあり、高校の授業で身につけた知識の活用や、思考力・判断力・表現力等を発揮して解く問題がバランス良く出題されていた。また、ゴムひもを引き伸ばすという誰もが一度は行ったことのある動作を熱力学の等温変化、断熱変化と対応させて考察させるなど、身近な物理現象を科学的な視点から見つめ直す問題もあり、日常生活の何気ない動作や現象にも目を向け、科学的な考察を促す内容となっており、共通テストの出題趣旨に則ったものであった。

範囲については、力学・波動・熱力学・電磁気・原子分野の全ての分野から出題されている。センター試験ではよく見られた、分野を大問ごとに分けて出題する形式ではなく、複数の分野を融合して出題する形式が多く見られるようになっており、大問4問で、全ての分野を網羅する形になっていた。しかし、履修内容や分野ごとの教科書の分量と比較すると、力学や熱力学からの出題がやや多く、電磁気からの出題は少なかった。一部、第3問のように発展的な内容も含まれているものの、全体的には適切な内容であり、学習指導要領に定める範囲で出題されていたといえる。

第1問の小問集合は、力学分野、電磁気分野の他に、単位系についての出題もあり、物理量を表す際によく用いられる国際単位系に慣れている受験者は、少し戸惑いがあったかもしれない。

問1は、バネを介して2つの物体が衝突する運動量が保存する系の問題であり、グラフから読み取った衝突前後の2物体の速度をもとに、2物体の質量比を求める設問であった。

問2は、斜面上に置かれた物体が受ける垂直抗力と静止摩擦力の合力の向きを、3力のつりあいから導き出す設問と加速度運動する台上の観測者という立場で、慣性力に関する基本的な知識と静止摩擦力に対する理解を問う設問であった。

問3は、ホイートストーンブリッジ回路に関する基本的な知識を問う設問であった。

問4は、電場中、磁場中における荷電粒子の運動について問うており、サイクロトロンを原理を基にした設問であった。

問5は、国際単位系とcgs単位系の変換を例に、物理量の計算を扱う設問であった。

第2問は、力学と波動分野に関する出題であり、空気抵抗やドップラー効果を扱う問題であった。

問1は、空気抵抗を考慮した自由落下する物体の運動についての設問であり、終端速度を求める基本的な内容であった。

問2は、密閉した容器の中に、糸で物体をつるした装置を自由落下させる設定で、空気抵抗を考慮しつつ、糸の張力の変化を求める設問であった。

問3と問4は、ドップラー効果による振動数の変化を求める設問であった。終端速度を音源や観測者の速度として用いる設定が真新しいが、基本的な設問であった。

問5は、物体が終端速度に達するまでに観測される、振動数の時間変化について、適切なグラフを選択するもので、見慣れない設問であった。

第3問は、ゴムの伸び・縮みを、気体の圧縮・膨張に対応させて考えさせる設問であり、受験生には見慣れない形式の問いであったと思われる。問題文を丁寧に読み、ゴムやピストンの運動もイメージしながら解いていく必要があり、考察力を要する問題であった。

問1は、ゴムひもを伸ばす際には、ばねとみなせることと、実験から得られるグラフの値をもとに、ばね定数を求める問いであった。

問2は、体積が増加する場合、 $P$ - $V$  グラフの面積は、気体が行う仕事を表し、さらに、等温変化である場合は、その仕事量が吸収する熱量と等しくなることを熱力学第一法則から求めさせる設問であった。

問3は、内部エネルギーの変化、気体が吸収する熱量、気体がされる仕事の値が0となる過程を、等温変化、断熱変化、定積変化から選ばせる設問であった。

問4は、ゴムひもをすばやく伸ばす過程とゆっくり伸ばす過程が、それぞれ、断熱変化と等温変化に対応することがグラフと共に提示されており、グラフやその面積などから、気体やゴムの状態の変化に必要な力の大きさの比較や、1サイクルでの仕事の正負を判断させる設問であった。

第4問は、主に原子分野からの出題であり、 $X$ 線に関する現象を会話文形式で問う問題であった。設問内容は波動分野や電気分野にも関係するものもあり、ここでも融合形式が見られた。Aは、ブラッグ反射について、Bは、 $X$ 線の発生についての問題であった。

問1は、結晶で散乱される $X$ 線の経路差や干渉の条件を答えさせる設問であった。

問2は、エネルギーや熱の観点から、 $X$ 線の発生現象についての理解度を、会話文形式で問う設問であった。

問3は、エネルギー保存の観点から、発生する $X$ 線の最短波長を求めたり、加速電圧を変化させたときの最短波長の変化を問う設問であった。

問4は、特性 $X$ 線について、 $X$ 線の強度と波長の関係を表すグラフのピークの位置が、 $X$ 線のエネルギーや陽極として用いた金属の種類の違いにより、どのように変化するかを思考させる設問であった。

### 3 分量・程度

昨年度の共通テストと同じく、解答する大問数は、4問であった。解答番号は、21までであり、昨年度の27から大きく減少した。そのため、見慣れない場面設定の問題であっても、冷静に状況を見極め、思考力、判断力、表現力等を発揮しやすい適当な分量であったと思われる。

難易度としては、平均点が61.87点であったことを勘案すると、適正であったと思われる。昨年度の平均点は、53.51点であり、8.36点上昇した。また、本試の平均点は60.72点であり、ほぼ同等の難易度であったと思われる。

第1問 問2の2は、物理基礎の範囲からの出題であった上、基本的な内容であった。他の設

問と配点に差をつけてもよかったかもしれない。

問4は，場面設定の的確な読み取り，電磁気と力学の総合的な理解力を必要とした良問であった。

第2問 問2は，2物体の落下運動で空気抵抗を考慮するという設定が真新しく，短い時間で解くには，選択肢の文が長く理解しづらく，的確に判断するのが難しかったのではないかと。

問3，問4は，典型的なドップラー効果の問題であり，平易な問題であった。しかし，終端速度に達した後の状況について考えていることや，マイクや音源の設置状況を冷静に把握できていないと得点に結びつかなかったと思われる。

問5においては，振動数が，物体の速度に依存して変化することに気づかせるものであり，思考力が問われる設問であった。観測者の速度が時間変化するドップラー効果については，教科書の〔発展〕に出てくる内容である。グラフでの解答なので，瞬間瞬間でたどることで解答は得られるが，リード文中に説明が必要ではなかったか（学習指導要領からの逸脱になりかねない）。

第3問 問4の15は，ゴムひもをすばやく伸ばす方が，強い力が必要であることが感覚的に判断できるため，ゴムひもに関しては深い考察が不要になってしまっている。また，すばやく伸ばした場合が，断熱変化に対応することも明記されているため，見慣れない場面設定であっても，問題文を丁寧に読むことで，解答できたと思われる。16は，正の仕事をする過程が具体的に示されている15の問題文を的確に読み取れないと解答できない設問であった。

第4問 問1は，干渉現象を理解するために必要となる経路差や強め合いの条件を，正確に把握できているかを試す良問であった。

問2～問4は，いずれも会話文形式の問いであり，基本的な内容であったが，問4では会話文をしっかり読み込むことが求められた。

問1は，2016年度センター試験の追試，問2～問4は，2019年度センター試験の本試で出題された問題と非常に似た内容となっており，本試験でも第4問の後半は過去問と似た問題であった。原子分野においては，過去問で扱われた内容が重要な学習内容になっているといえるのではないだろうか。原子分野は，高校物理の終盤に扱われることが多い上，夏場と冬場での新型コロナウイルスの感染拡大により学習計画が大きく乱された可能性があり，出題内容や程度に関しては，出題者の配慮がうかがえるものであった。

#### 4 表現・形式

全体的には，受験者にわかりやすい表現がなされており，迷うことなく場面設定を把握できるようになっていた。試行調査で出題された物理現象を科学的に考察する会話文形式の設問は，昨年度の共通テストからも引き続き出題されており，普段から物理現象を対話的に分析・考察することを，習慣として身に付けておきたい。実験を連想させる設問は減少していた。

配点については，文字計算の問いが7.5問35点（第4問の問3は，文字計算と語句・文章の組合せによる出題のため，0.5問2点ずつと計算した），数値計算の問いが2問10点，語句・文章の問いが9.5問45点，図・グラフの問いが2問10点であった。本試においても，語句・文章の問いの配点は49点となっており，センター試験では中心的な問題であった文字計算から，語句・文章形式へと移行していることが明確になった。実験結果や分析結果を表現する力の育成などに力を入れていく必要を感じる。

選択肢数は，4択－6問，5択－2問，6択－6問，8択－2問，9択－2問，10択－1問であった。昨年度の共通テストに引き続き，「これだけでは定まらない」や「該当なし」といった

選択肢も用意されており、受験者は正確な知識や解答を自ら導き出す力をより一層求められているといえる。一方、昨年度の共通テストで登場した数値計算の結果を直接解答する設問はなかった。

第1問の問5で示されているように物理学における計算は、本来、数値と単位を組み合わせた物理量による計算が正しい。しかし、教科書でも単位が略されて数値のみの計算で、示されていることもあり、一石を投じた問題であった。第3問の問2のような、答えが1つでない選択肢は選びにくいいため、選択肢の工夫を考えていただければありがたい。“した仕事”と“された仕事”の関係の十分な理解が必要である。問4の16についてもこの表現の十分な理解がない受験者は解答できなかった可能性がある。

## 5 ま と め（総括的な評価）

昨年度に引き続き、基本的な知識の理解や状況に即した物理法則などを判断し解答を導き出すといった典型的な問題に加え、見慣れない場面設定においても、これまでに学習した事柄との類推や問題文の読み取りから、適切な物理法則を判断し、考察するといった思考力・判断力・表現力等の発揮が問われる問題が出題された。また、会話文形式で、物理現象を科学的な視点から考察させる問題も引き続き、出題されていた。授業で学んだ内容を活かせるように、原理や法則を正しく把握し、身近な現象や、実験などにおける課題を協同的に考察する力を身につけていくことが重要である。

知識を活用して解く設問や思考力・判断力等を発揮して解く設問がバランス良く出題されており、それらの力を測れる良問が多く出題された。作問に関わった先生方に多大なる敬意を表したい。