

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。

今回の受験者数は19,395人であり昨年度より301人増加した。昨年度は1,343人の減少であった。全受験者に対する物理基礎選択者の割合は約4.0%で、昨年度とほぼ同じ割合であり、物理基礎選択者の傾向に大きな変化はないものと思われる。理科①受験者に対する物理基礎の選択者数の割合は約6.7%で、他の基礎科目と比較すると最も少ない。また、物理基礎受験者全体の平均点は30.40点であった。

評価の視点としては、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、基礎的な知識や法則の理解について問う基本的な設問を中心とし、法則に基づき日常生活における現象と関連させて考える設問や、グラフから現象を想起する設問等、単なる知識ではなく思考力・判断力・表現力等を問う設問も多く、出題趣旨に則ったものであった。また、日常で体験する場面を取り上げ、様々な条件を組み合わせながら課題を設定し導いていく探究的な活動を踏まえた設問により、科学的な見方・考え方が身に付いているかどうかを問う設問が多く見られた。基礎的な知識を問う基本問題、文字式や数値により求める計算問題、グラフや現象を探究的に扱った思考問題等、全体的にバランス良く出題された。

また、出題範囲は学習内容の全分野から幅広く出題されていたが、波動分野は小問集合のみの出題であった。電気分野は大問に重なりがあったものの、総合的な見方や関連性を問う側面から出題されたものであり、全体的には出題内容の極端な偏りもなく、適切であったと考えられる。

第1問 小問集合では、力学、波動の2分野からの出題であった。基礎的な現象を問う設問であるが、法則等の表面的な知識ではなく、グラフ等と関連づけた考察が求められる良問であった。

問1 相対運動に関する設問で、相対速度を求めるだけでなく、設問文から状況を判断し、与えられた情報を適切に処理する設問であった。

問2 力と運動に関する設問であり、つりあいの概念と運動の法則をグラフと現象と併せて考えられているかを問う設問であった。設問文から物体の最初の状態を読み取り、運動の時間変化をイメージすることが必要である。

問3 力学的エネルギーについてエネルギーの特徴と保存の法則の理解を問う設問であった。知識だけでなく、現象をイメージしながら、グラフによる表現ができるかどうか、総合的な判断が問われる良問であった。

問4 波動分野における縦波に関する設問であり、縦波の媒質の変位を横波の波形としてイ

メージできるか問う設問であった。縦波の原理に関する基本概念であるが、媒質の動きの特徴を的確に捉え表現することが必要である。

第2問 電気回路の特性を実験により探究的に調べるとともに、日常生活で利用される電気製品への活用を考える設問であった。Aは電熱線による発熱量の違いを調べる実験、Bはドライヤーの特性を考える設問であった。物理で学ぶ概念が身の回りの生活にどのように利用されているかを考察する内容となっており、物理基礎の特徴を捉えた設問と言える。

問1 異なる電熱線の直列接続による発熱量の違いから、電流、抵抗値、電圧の大きさを比較する設問であった。直列接続の回路の特性と現象を関連づけて考えることが必要であり、考察する力が問われる設問であった。

問2 問1の実験と対比的に並列接続による実験結果を通して、並列接続の回路の特性を考え、直列接続との違いを探究する設問であった。

問3 電熱線とモーターの並列接続からなるドライヤー全体の消費電力の考え方について、文字式を用いて表す設問であった。

問4 ドライヤーをある時間使用したときの電力量を計算し、数値を解答する設問であった。物理の概念を日常生活の現象として考える問いで、物理基礎の特徴を捉えた設問であった。

第3問 対話文形式で、異なる材質のスプーンを比較しながら、物質の違いによる様々な物理的性質について探究的に考察していく設問であった。演劇の一場面として設定されており、役者の発言を適切に読み取り、場面設定や問われている内容を的確に捉えることが求められる設問であった。ある一つの課題に対し、熱、力学、電気の3分野から多面的、総合的な見方により問題解決をしていく過程が取りあげられており、目新しい形式で思考力・判断力・表現力等を測る設問として工夫された良問であった。

問1 二つのスプーンの比熱の違いを調べる実験から、現象を定性的に考察する設問であった。基礎的な理解を問う設問であるが、比熱の特性を文章として適切に説明できるかが問われる設問であった。

問2 二つのスプーンの材質の違いを重力や浮力の違いから調べる実験を扱った設問であった。スプーンにはたらく力の基本的な概念を問う設問で浮力の違いから体積の違い、密度の違いを気づかせた材質の違いを証明する流れが探究的であった。

問3 二つのスプーンの電気抵抗の違いを調べる実験から、材質の違いについて考察する設問であった。実験から得られたグラフを読み取り、抵抗率を求めていく設問で、文字式の変換を含めて計算による実験結果の適切な処理について問われる設問であった。

3 分量・程度

大問は3問で、第1問は4題の小問集合、第2問はA、Bの2場面の設定による出題、第3問はある課題設定による探究的な活動による出題の構成で、例年の構成と同様なものであった。解答番号は17までであり、昨年度の19と比べそれほど大きな変化はなかった。センター試験から比較すると解答数は増えているものの、昨年度の共通テストで導入された、数値計算の結果を直接解答する設問や連動した考え方による解答により、複数の解答数で得点となる設問もあるため、全体の出題の分量は、センター試験から大きな変化はなく同程度と言える。また、大問ごとの設問数では、第2問の設問数が昨年度の5問から4問に減少し、第3問においても昨年度の5問から3問に減少している。今年度の設問では、大問全体が文章形式による出題や選択する解答群が文章表現による設問も多く、1問の解答に要する時間が掛かることを考慮したものであると思われる。設問数は減少したものの、全体的には、例年の傾向を踏まえた適当な分量であった。

難易度としては、平均点が30.40点であり昨年度に比べ7.15点低くなったものの、昨年度が過去5年間で一番高かったことから、共通テストの趣旨に則った適切なものであったと考えられる。

第1問の小問集合は、3問が力学分野で1問が波動であった。力学分野は物理基礎の基盤となる分野であり、例年大問として探究的な実験等の出題で取り上げられることが多かったが、今年度は、小問集合として多く出題された。全ての設問が組合せによる解答であり、部分点が与えられていたが、正しい組合せの解答を間違いなく選ぶことには苦戦したのではないかと思われる。問2、問3は設問文から初期状態を把握した上で、グラフと現象の関係性を見いだすことが求められており、表面的な知識だけでなく総合的に判断する力が試される設問であった。また、教科書で見られる一般的なグラフではなく、グラフの示す物理量の意味を十分理解していなければ正答することが難しい設問であった。唯一の波動分野の出題となった問4では、媒質の動きの変化から縦波の特徴を読みとる設問であった。しかしながら、設問文から容易に速さの式を想起することができ、変位についても、図を丁寧に確認するだけで正答が分かるものであり、結果的には短絡的な設問となっている。波動としての特徴的な見方や考え方を適切に問うための工夫が必要であろう。

第2問は、異なる電熱線を用い、接続の違いと発熱量の関係を実験から探究していく設問であった。結果から適切に考察することが正答を導く要点であり、定性的な理解から定量的なものへと展開していく探究の過程を踏まえた出題であった。考察した結果を文章として表すことが求められており、思考力、判断力、表現力等が問われる良問であった。複数解答の含まれる選択肢であったため、正しい判断に苦慮する設問であり、分かりやすい解答の検討が必要である。日頃の授業で取り組む探究活動において、実験の課題設定や考察を丁寧に言い、思考を繰り返すことが重要である。また、日常生活への応用として、ドライヤーの仕組みについて取り上げた設問であったが、電力の考え方や電力量を求める関係式等、中学校程度の知識で簡単に解答できる内容であった。今後、高校段階として図りたい知識や能力を的確に問うことができるよう工夫していくことが必要であろう。

第3問は、場面設定が演劇部の公演となっており、全ての問題が会話形式による設問であった。二人の会話のやりとりが続くため、文章を正しく把握し、勘違いすることなく正答を見い出さなくてはならず、的確な説明で考えを伝える力が求められる設問であった。また、3分野から考察しており、現象に対する総合的な見方や冷静な判断が求められ、深く考察する力を試されるものであった。問3の電気抵抗を求める設問は、電流と電圧のグラフから求める中学校段階の基礎的内容であり、高校段階としての工夫を要するものであった。

4 表現・形式

各大問とも、分かりやすい表現で場面設定等、丁寧に説明する工夫がされており、全体的に理解しやすい出題であった。日常生活の現象を扱う場面や実験による探究活動の説明についても、必要な条件等、簡潔に表現され、状況を正しくイメージできるよう工夫されていた。

全体的に、物理現象やグラフを選択する形式、数値計算や文字式を用いた解答の形式、考察した結果を文章で選択する形式、物理量の大小関係を選択する形式等、多岐にわたる解答方法による出題形式であった。また、組合せによる解答や段階的に思考しながら解答していく設問も多く、より多角的な考察に結び付くよう工夫された出題であった。第3問は、3分野から考察していく融合問題であり、これまでにない物理現象を幅広く捉えることが求められる出題形式であった。

配点については、文字計算の問いが3問10点、数値計算の問いが3問12点、語句・文章の問いが10問24点、図・グラフの問いが1問4点であり、語句や文章による解答が昨年度の15点に比べ大

幅に増加している。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、今年度は他と同様に出题されており改善が図られていた。

選択肢数は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問であった。昨年度はなかった2者択一の大小関係を選択する設問があり、解答しやすいものもあったが、連動した解答により配点を与える等工夫されていた。また、複数の解答の組合せで得点につながる問題設定や誤答が予想される解答への部分点の配慮等、受験者の理解の程度を測るための適切な配点の工夫がなされていた。

第3問の図1はスプーンの大きさがBの方が若干大きく描かれており、体積を問う答えに結び付くものであった。設問文中の図は、答えを誘導することのないよう十分な配慮が必要であろう。

5 ま と め（総括的な評価）

昨年度から共通テストに移行し、より思考力・判断力・表現力等を発揮して解くことが求められる設問を重視して出题されることとなった。物理基礎においても、日常生活で見られる現象や場面を扱った設問が多く、探究的な活動を通して、多角的に考察し課題を解決していくような出題の傾向が強く見られた。また、設問の場面設定等を適切に読み取る力と関係式等から得られる結果を的確に言葉で説明する力を身に付けていることが重要であろう。

解答の選択肢において、複数の設問の組合せによるものが多かったことや、複数の答えが含まれる選択肢があったことから、確実な正答が難しく間違いやすい設問が多かったように思われた。今後、適切に思考力・判断力・表現力等を測る設問となるよう、場の設定や設問方法、選択肢の設定等、更に検討を重ねることが必要であろう。

高等学校の授業においても、物理基礎で扱う内容が日常生活とどのような関わりがあるかを常に考え、その利用について深めていくことが必要である。また、探究的な活動を重視し、主体的に考え、考察を丁寧に行うことで、科学的な力を身に付けていくことが重要である。

最後に、共通テストにおいて測りたい能力を的確に捉えることができる出題として、出題内容等に偏りのない、よく研究された良問を作成された出題委員の先生方に敬意を表します。

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出したり、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。

今年度の共通テストの受験者数は148,585人であり、平均点は60.72点であった。

評価の視点としては、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、試行調査のブランコやエレキギター、昨年共通テストのダイヤモンドなどのように、身近な素材をそのまま問題に用いることはなかったが、買い物での経験など、日常生活の中に題材を求め、考察する設問が見られた。昨年に引き続き、日常生活の中にある様々な自然現象に興味・関心をもって接し、科学的に考察することの大切さを示したものだと考えられる。

また、オシロスコープを物体通過の検出器として用い、所要時間を読み取ることで物体の速さを算出する設問は、実験器具の特徴を知り、応用する力を試す内容であった。実験の様子を表した図やグラフも多用され、物理現象を科学的に考察するために必要な力が身に付いているかを問う設問が多く見られた。全体としては、知識の理解の質を問う設問や典型的な設問に加え、知識を活用し、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設問がバランス良く含まれており、共通テストの出題趣旨に則ったものであった。

第1問の小問集合は、波動、力学、熱力学、電磁気学と幅広い分野からの出題であり、各々の分野の知識を丁寧に活用できるかを問う問題であった。

問1は、逆位相で振動する2つの波源による水面波の干渉について、強め合う条件を問う基本的な設問であった。

問2は、凸レンズによる倒立実像のでき方を問う設問であり、レンズの半分を覆い通過する光量を減らした場合の像の変化も含め、中学校理科でも見られる内容であった。

問3は、剛体のつり合いについて、円板の重心が中心Oの位置であることを利用し、つるした物体と力のモーメントについてのつり合いの式を立て、重心を求める設問であった。

問4は、理想気体の1サイクルでの状態変化についての内容であったが、定積変化や定圧変化だけでなく断熱変化での温度変化など、複数の状態変化についての考察が必要な設問であった。

問5は、直線電流が作る磁場の向きと、その磁場が別の直線電流に及ぼす力の向きについての基本的な設問であった。

第2問は、力学分野に関する出題であり、Aさんが日常生活の経験から考えた誤った仮説について、実験を行いながら間違いの内容を確認していくというユニークな問題であった。運動方程式からもこの仮説が間違いであることは明白であるが、Bさんの探究方法に従った考察をしなければならず、文章や実験手法をしっかりと読み取り、理解することが必要であった。後半の問5、問6はそれまでの探究的な考察との連続性はなく、運動量の保存や力積、力学的エネルギーの保存などについての理解力が試される問題であった。

問1は、Aさんの誤った仮説について、速さ、力の大きさ、質量の関係を表したグラフを選ぶもので、誤った内容を正しく表したグラフを選ぶには、Aさんの仮説を理解しなければならず、内容を読み切る力が必要となる設問であった。

問2は、Aさんの仮説の誤りを検証するためにBさんが考えた実験について、示された実験内容に合致するために必要な条件制御を選ぶ設問であった。

問3は、実験1、実験2の結果を正しく反映し、かつAさんの誤った仮説を否定する内容を選ぶ設問であった。考察力やグラフの読み取りが必要であり、思考力・判断力・表現力等を要する良問であった。

問4は、グラフの傾きが力の大きさを表していることに気付き、ア、イ、ウが同じ大きさの力という条件から、グラフの傾きが等しいものを選ぶ設問であった。

問5は、台車と小球の運動量の和が保存されることから、空中にある小球の運動量も考慮して正答を選ぶ設問であった。

問6は、問5と関連して水平方向の運動量保存について、正しい理解が必要である。台車とおもりが一体になるとき力学的エネルギーが失われることに気付けば消去法でも正答を導ける設問であった。

第3問は、電磁気学分野に関する出題であり、台車に固定された磁石がコイルを通過する際の誘導起電力の様子をオシロスコープで検出し、台車の運動や磁石の配置等を考える問題であった。オシロスコープの画面に記録された情報から台車の運動の様子を考察するという従来型の内容だけでなく、実験図を示し、その実験を行った場合のオシロスコープの記録画面を推測させるなど、考察力を要求される問題も見られた。

問1は、オシロスコープの記録画面から所要時間を読み取り、台車の速さを求める設問であった。

問2は、台車の運動がほぼ等速直線運動と見なせる理由について、誘導起電力による磁場の影響、および、オシロスコープの内部抵抗、空気抵抗の影響が小さくなる台車の質量について考察する設問であった。

問3は、誘導起電力は大きくなっているが所要時間は同じであることから、台車の速度ではなく磁束を増加させたことが原因であることを読み取る設問であった。

問4は、コイル1のオシロスコープの画面に現れた電圧の正負が、他の2つと異なっている原因を考察する設問であった。

問5は、台車に取り付けられた磁石が加速度運動することにより、誘導起電力の大きさと時間の関係がどのように変化するかを考察する設問で、考察力が要求される良問であった。

第4問は、ボーアの水素原子モデルについての基本的な内容である。等速円運動、万有引力と静電気力の大きさ、量子条件、振動数条件について問う問題であった。

問1は、等速円運動の角速度や向心加速度に関する基本的な設問であった。ボーアの水素原子モデルを理解するにはこれら力学の基礎知識が必要であり、学習の積み重ねの大切さを示す内容であった。

問2は、陽子と電子の間にはたらく万有引力と静電気力の大きさの比を考察する設問であった。

問3は、ボーアの量子条件と電子の軌道半径の式から、電子のエネルギー準位を求める設問であった。

問4は、放出される光子について、振動数条件に関する基本的な設問であった。

範囲については、学習指導要領に示された範囲から出題されている。解答する大問数は昨年と同じが4問であった。出題分野は特定の分野に偏ることなく幅広く出題されたが、波動は第1問

の小問2問，熱力学は小問1問のみであった。

力学分野からの出題は昨年同様「運動量」に関する内容がやや多かった。第1問の問5は，等速度運動をしている台車から打ち上げた小球が放物運動を行い，再び台車の発射口に戻るという高校でも行われる実験を知っていれば選択は容易であると考えられるが，問題文にある物体系の運動量保存のみで考えると，正答にたどり着くには多方面から考えることが要求される。高校物理で基礎実験を行うこと，およびその実験について成立する物理の法則等についての理解を深めておくことの大切さを示す設問といえるのではないかな。

電磁気分野では，オシロスコープを台車通過の検出器として利用し，運動の解析に用いている。オシロスコープが時間軸を持つ一種の電圧計であることを理解していればこのような使い方や，内部抵抗の大小を考えることも容易だったであろう。これらの出題は，実験器具や装置について，使用法などの表面的な知識だけでなく，仕組みや原理なども理解しておく必要があることを示しているのではないだろうか。

物理で最後に学習する原子分野については，新型コロナウイルスの影響で学習の遅れが心配される中，昨年度の共通テストでも「出題されないのではないか」と予想した受験者や指導者もいたかも知れないが，昨年度に続き，今年度も出題された。これは，たとえ学習が困難な中でも高校物理の全範囲を修めて欲しいという出題者からのメッセージではないだろうか。ただし，やみくもに難易度の高い出題という訳ではなく，両年度の設問ともそれまでに積み重ねた知識を使えば解答可能な内容も含まれ，出題者側が一定の配慮をしていたことも見て取れた。

全体を通して，力学分野については，熱力学，波動，電磁気学，原子分野の学習でも基本的な内容として必要不可欠であるが，そのことを踏まえても今年度は大問3や大問4でも力学部分の出題があり，点数として50点弱を占めていた。

3 分量・程度

今年度は昨年度と同じ大問4問の構成であった。解答番号は，25まであり，昨年度の28と比べてやや減少した。設問数や組合せ問題の数も昨年に比べやや減少したが，文章量はほぼ同じであり，しかもそれらの文章をよく読んで考察する必要がある出題もあり，分量としては適正であったと考えられる。

難易度としては，平均点が60.72であり，また，易し過ぎたり難し過ぎたりする大問もなく，適正であったと思われる。昨年度の得点調整前の平均点が57.82点（得点調整後は62.36点）であり，得点調整前の平均点で比較した場合，2.90点高くなったが，大きな変動はなく，受験者も安心してテストや自己採点に臨めたのではないだろうか。その中で，大問1について，問1の水面波の干渉は基礎知識そのものを問うものであり，直ちに解答できる内容であった。また問2の凸レンズは中学校理科の内容であった。凸レンズについては平成30年度の試行調査で，同様な内容で思考力・判断力・表現力等を要する出題があった。これらも踏まえて基礎知識そのものを問う設問の是非を検討していただきたい。

4 表現・形式

昨年度に見られた大問をA，Bに分けた設問はなくなった。大問2では，問4までをA，問5以降をBとして分けることも可能であったと思われるが，大問においては連続的な展開を目指すという方向性の表れかも知れない。また，問3のように，基本的な実験を取り入れ，さらに実験器具や装置の理解が必要な出題も見られた。実験の前後にわたり考察力や情報を整理し活用する力が要求され，日頃の授業において，一層，探究の過程を重視しなければならないことが示され

た問題形式になっていた。

各問では、昨年度に引き続き知識・技能を生かしつつ、思考力・判断力・表現力等を必要とする設問が多く出題された。知識を活用して解く設問や思考力・判断力・表現力等を発揮して解く設問がバランス良く配置されており、良問も多く出題された。

選択肢数は単独の選択問題では4択－9問，5択－4問，6択－2問，8択－2問，単独の設問での組合せ選択問題は6択－1問，8択－1問で，8択のものは部分点の配慮があった。複数の設問による選択肢の組合せ問題では3択×3択（実質9択）－1問，4択×2択（実質8択）－1問，数字をそのまま選択する設問が1問であった。

5 ま と め（総括的な評価）

昨年度は、初めての共通テストであったために、受験者も出題傾向や出題形式等がつかみにくかったと考えられるが，2年目となる今年度は，昨年度の傾向や形式を引き継いだ出題となっていた。身近な実験に関して，実験内容をしっかり理解し，かつ結果の考察をしておくことが重要であるということが示されたといえる。このことは高校の物理基礎や物理だけでなく，中学校理科についても同様であり，大問1の凸レンズの考察につながる実験や，大問3の棒磁石を複数束ねることで磁力を強くし，誘導起電力を大きくする（中学校では誘導電流を大きくする）実験などは，物理分野の学習の系統からも，探究の過程を大切にしてほしい内容だったのではないだろうか。

最後に，新型コロナウイルスのまん延は学校や受験者だけでなく，問作者にも多大な影響を与えたと思われるが，その中で，共通テストの目指すべき方向性を示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。