

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・現象への関心を高め、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。

なお、評価に当たっては、報告書（本試験）14ページに記載の八つの観点により、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」に則したものであり、基礎的な知識を問う問題と、思考力・判断力・表現力等を要する問題とが、バランス良く含まれ、受験者の学力を評価するのに適切な内容構成だった。また、「主体的・対話的で深い学び」を促すメッセージ性のある問題も例年に引き続き出題されていた。

出題範囲については、基本的に学習指導要領に示された範囲からの出題であった。一部、非線形抵抗を扱う問題など、やや発展的な内容もみられたが、そのような問題に対しても、解答を導き出すのに必要な知識や考え方は、問題文で説明されているため、出題内容として問題はなかったといえる。また、物理基礎の全分野から出題があったが、熱と波動は小問集合のみの出題であり（熱が1問、波動が2問）、分野にはやや偏りが見られた。しかし、30分という試験時間と、大問3問という構成を考えれば、この点は致し方ないものと思われる。

第1問は例年通り、小問集合の形式で、力学、熱、及び波動から出題された。

問1は石造りのアーチ橋の中央にある要石を題材とし、要石が受ける力の矢印を正しく図示しているものを選択する設問であった。

問2は1種類の気体で満たされた密閉容器内で気柱共鳴の実験を行い、得られた音速から、密閉容器内の気体の種類を特定する設問であった。

問3は熱を加えた際の水の状態変化を問うもので、与えられた比熱や融解熱などを用いて、加えた熱量に対する水の温度変化を正しく表したグラフを選択する形式であった。

問4は正弦波の $y-x$ グラフから、ある位置の媒質について、変位の時間変化（ $y-t$ グラフ）を選択する基本的な問いであった。

第2問Aは、なめらかな斜面を滑り降りた小物体を、壁に一端を固定したばねに衝突させたり、あるいは水平面上で滑らせたりする設問であり、仕事とエネルギーに関する出題であった。Bは、水や油の圧力に関する出題であり、2本のシリンダーを管で連結したU字管のような容器が題材として取り上げられた。

問1は斜面上を滑りはじめる高さを2倍にしたときに、ばねの最大の縮みが何倍になるか、力学的エネルギー保存則についての理解を問う設問であった。

問2はあらい水平面上を運動する間の小物体の速度変化を、運動方程式や等加速度直線運動の三つの基本公式などから考え、速度変化を正しく表した $v-t$ グラフを選択する設問であった。

問3は斜面上を滑りはじめる高さを2倍にしたときに、あらい水平面上で、停止するまでの距離が何倍になるかを問うものであった。

問4は水中の圧力を求める設問であった。教科書で水中の圧力を導出する際は、水面から鉛直下方の位置について考えるのが一般的であるが、本問は2本のシリンダーを連結している管内の圧力を問う設問であったため、「物理基礎」の受験者にとって見慣れない問題であったと思われる。しかし、本問のように、上部に大気と水以外のものが存在する場合の圧力の求め方は、浮力の導出を行う際にも登場しているため、教科書の範囲の知識で対応できるものであった。

問5は水の上に油を注いで、2種類の流体を層にした設問であり、「物理基礎」の問題としては、見慣れないものであった。しかし、2種類の流体が層になっても、流体中の圧力の導出過程を理解していれば解答は十分可能であり、教科書に掲載されている内容で解くことができる設問であった。

第3問は抵抗器と豆電球を用いた電気回路の実験を扱うもので、AさんとBさんが対話形で様々な考察をするという問題であった。小学校、中学校の理科で抵抗としてたびたび登場する豆電球を、非線形抵抗として扱うというのは、「物理基礎」の受験者にとって見慣れない設定であったと思われる。内容としては、 $I-V$ グラフの数値を適切に読み取ることができれば、解答を導き出せるため、教科書の範囲で解くことができる。しかし、与えられた $I-V$ グラフから電流の値を読み取り、電流や消費電力を求める設問が続いており、出題内容としては、やや偏りがあったといえる。

教科書では、抵抗率が温度によって変化することが触れられており、実際に豆電球を用いて実験を行って確かめたという場面設定は、探究活動の題材として適当なものであった。

問1の 10・11 は、与えられた $I-V$ グラフから、電圧と電流を読み取り、電力を求める基本的な設問であった。

問2は加える電圧を1/10倍にした時に、抵抗での電力が何倍となるかを、線形抵抗(図1)と非線形抵抗(図2)の場合で比較する設問であった。

問3は2個の豆電球を並列接続した回路についての設問であった。13 は、与えられた $I-V$ グラフから、豆電球に流れる電流を読み取り、電源からの電流を求める設問であった。14 は、2個の豆電球で消費される電力の和を求める設問であった。

問4は2個の豆電球を直列接続した回路についての設問であった。問3と同じく、与えられた $I-V$ グラフから、豆電球に流れる電流を読み取り、電源からの電流と2個の豆電球で消費される電力の和を求める設問であった。非線形抵抗を直列に接続した際の電圧の加わり方は、教科書に取扱いがないが、線形抵抗と同様に、電源の電圧が半分ずつ加わることを問題文で示しているため、教科書の範囲の知識で十分に対応できたと思われる。

3 分量・程度

大問は3問で、第1問は例年通り4問の小問集合であった。今年度は、第2問5問、第3問4問、昨年度は、第2問4問、第3問3問と、共に1問ずつ増加した。一方で解答番号は、昨年度は18までであったのに対し、今年度は15までと減った。組合せによる解答を求める問題数は、昨年度と同様に2問であった(ただし、昨年度は、問題の選択肢が組合せではなくても、配点が二つの解答番号にまたがり、「両方正解の場合のみ点数を与える」や前の解答番号の解答により、配点に変化するという実質的な「組合せ問題」といえるものが4問(解答番号数にして8問分出

題されていた))。また、昨年度は、身近な物理現象を題材とする設問が多かったが、今年度は、教科書的な場面設定の問題が多かった。そのため、場面設定を説明する文章が短くシンプルになっており、文章を読む時間は昨年度よりも短くなったと思われる。総合的にみて、分量は適当なものであったといえる。

第1問

問1は、静止した物体にはたらく力を合成すると、力の矢印が打ち消し合う。これは、力のつりあいの根本である。選択肢には、下向きや斜め下向きにしか力の矢印がないような①や④、合成しても明らかに上向きの力が残る③、受ける力と及ぼす力の区別が曖昧な受験者が選択しがちな①などがあり、力のつり合いの根本的な考え方が身につけているかを試す良い選択肢が用意されていた設問だった。

問2は閉管内に生じる気体の基本振動の波が横波表示で図示できれば、基本的な問題であった。ただし、解答を導くために必要な計算量に対して、場面設定の文章量がやや多かった。

問3は比熱や融解熱から必要な熱量を求める点は、基本的な内容であるが、得られた熱量をグラフと見比べながら適切なものを考えるという点は目新しく、思考力・判断力・表現力等を要するものであり、識別力の高い良問であった。また、授業などで実際にこの実験を行い、グラフを書いた経験がある受験者は、比較的取り組みやすかったかもしれない。物理基礎でも実験を行い、グラフなどにして整理・分析することの重要性を示した、メッセージ性のある問題でもあった。

第2問Aは、仕事とエネルギーに関する問題は、いずれも基本的なものであったが、科学的な思考を基に、物理現象を数式を用いて分析する能力や、文字式を数学的に処理しグラフ化する能力が問われていた。物理に苦手意識のある受験者は、2倍の高さから運動を始めたとき、ばねの縮みやあるいは水平面上の移動距離を短絡的に2倍になると考えたのではないかと推察される。物理を得意にしている受験者にとっては、取り組みやすい内容であったと思われる。

Bは、圧力の問題で、単純に公式に当てはめるだけではなく、水圧や浮力の公式の導出方法まで、しっかりと理解と応用が求められる問題で難易度が高かった。また、問5の問題では、油の重力と水の重力のつり合いの問題としてとらえた受験者が多かったと推測される。高校物理では物体を、大きさのない質点として考えるが、圧力や水圧を考える場合においては、大きさを考慮して考えるという大前提の把握がおろそかになっていると正しい解答を導くことができない設問であった。公式の導出や、それを適用する場面の条件などもしっかり理解し、身に付けることを意識した学習を促す問題であった。

第3問は非線形抵抗を扱う問題だったが、全体的にグラフの読み取りと数値計算で解答を導けるので、電力の公式を用いることができれば基本的な内容だった。問1の10は、電力と電流を混同していても、正しい解答が選べてしまうため、識別のためには、工夫が必要であると思われる。問2のイも、 $I-V$ グラフ(特性曲線)から適当な数値を読み取り、電力を計算すればよいが、何分の1という形で、アとの比較を行うため、他の問いと比べて、若干、難易度が高かった。問3の並列回路、問4の直列回路は、中学校でも取扱いがあるため、受験者にとって解答しやすいものであったと思われる。

4 表現・形式

配点については、文字計算の問いが4問14点、数値計算の問いが4.5問20点、語句・文章の問いが0.5問2点、図・グラフの問いが4問14点であった。物理の特徴である文字式の計算と数値計算のバランスが取れた出題であり、今後もバランスの取れた問題作成をお願いしたい。昨年度は、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点であったので、語句・文章の問いが30点近く減少し、それ以外の3種類の問いに約10点ずつ分配される形となったことになる。このように、語句・文章の形式が減少し、問題内容も教科書的なものが増えているなど、追・再試験の「物理基礎」は、本試験や追・再試験の「物理」に比べ、センター試験を想起させるようなものになっていた。第3問では会話文形式の問題も出題されているが、仮設などを立てて検証するといった内容ではなく、単純にグラフから数値を読み取り、計算するという問題が中心となっていたため、会話文形式である必要性があまり感じられない問題となっていた。題材の良さを活かすためにも、改善の余地がある。

選択肢については、選択肢数が4択－11問、5択－2問、6択－2問となっており、昨年度の3択－3問、4択－9問、5択－2問、6択－2問、8択－2問と比較して、よりシンプルなものとなっていた。また、昨年度は、文章中の選択肢が、{ } 内に縦一列に配置されていたが、今年度は、{ } 内に2行×2列の形式で配置された。その結果、行間が不揃いにならず、すっきりした印象となった。全体的に見て、文章も図も見やすく、改善がなされていた。

表現・形式の改善として、次のような点が考えられる。第1問の間4のグラフの横軸の数字は、最小桁を小数第一位でそろえて表記すべきではないだろうか。第2問のBは、シリンダーの名称に C_p 、 C_q 、断面積に S_p 、 S_q という文字を利用しているが、圧力分野では、圧力に p を使用することが多いため、添え字に使用する文字は、別の文字の方が適当であったと思われる。第3問は2人の人物が探究活動に取り組んでいるという場面設定であるが、生徒間の対話と思われるので、丁寧語での会話はやや堅すぎるとと思われる。

5 ま と め

全体として、教科ごとの問題作成の方針に示されている「科学的な事物・現象に関する基本的な概念や原理・法則などの理解と、それらを活用して科学的に探究を進める過程についての理解」に則した出題であった。また、知識の理解を問う問題、思考力・表現力・判断力等を発揮して解く問題の分量や難易度は、バランスの取れたものであり、受験者の能力を適切に測ることのできる試験であった。

科学的な考察に基づいて事物・現象を理解し、それを言葉で説明する問題や、身近な課題等について科学的に探究する問題は、昨年度よりも減少していた。これは場面設定の説明文や選択肢の文章を読むのに時間をかけるのではなく、本来、共通テストで測りたい思考力・判断力・表現力等の能力を発揮させる時間を十分に確保するため、問題の分量とのバランスを取った結果であると思われる。今後も引き続き重要視されるべき問題である。

今年度の問題は、場面設定も分かりやすく、選択肢の配列などにも改善がなされていた。受験者が問題の内容に集中することができ、力を発揮しやすい作りでありつつも、様々な能力を適切に測ることのできる工夫ある問題を作成された出題委員の先生方に敬意を表したい。

物 理

1 前 文

「物理」は、身の回りの物理現象への関心を高め、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。

なお、評価に当たっては、報告書（本試験）14ページに記載の八つの観点により、総合的に検討を行った。

2 内 容・範 囲

内容については、身近な現象を科学的に分析する設問が多かった。日常生活での観察や自然現象に興味や関心を持ってほしいということも読み取れるものであった。太陽から見た時の彗星の運動、屈折による水中のコインの見かけの深さ、スマホの無線充電器といった日常生活の題材や、薄いものさしを両手の人差し指の上へのせた実験やウェーブマシンや平面波の重ね合わせからアクティブ・ノイズキャンセリング・ヘッドフォンの仕組みを考察する設問などが見られた。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よく含まれており、共通テストの出題趣旨に則したものであった。

第1問 小問集合の形式で、力学、熱、波動、原子の幅広い分野から出題された。太陽から見た時の彗星の運動、加速する物体中の振り子の運動、屈折による水中のコインの見かけの深さといった日常生活を送る上で見られたり想像できたりする現象を取り上げ、各分野の知識の質を問う問題であった。

問1 太陽から見たときの彗星の運動の様子を問う設問で、万有引力が彗星に対してする仕事と彗星の軌道上3点における速さを比較する設問であった。

問2 自動車内部の天井に固定された振り子の運動の様子を問う設問であった。一定加速度運動中の周期と、その後等速直線運動している時の周期を、慣性力を含めて考察する基本的な設問であった。

問3 熱機関に閉じ込めた気体の状態変化の様子を問う設問であった。熱力学分野の基本となる熱力学第一法則の理解や、その周辺知識である熱効率の基本的な考え方を問う設問であった。

問4 原子分野からの出題であった。ある大きさの運動量を持つ粒子の物質波としての波長（ド・ブROI波長）と、質量が異なるが運動エネルギーが等しいときの波長の比較を問う設問であった。前半のド・ブROI波長は基本事項であるが、後半の波長の比較問題では、同じ大きさの運動エネルギーと波長の関係を表すことに的確な考察を要求される設問であった。

問5 水の底に落ちているコインを真上から見る見かけの深さの設問であった。与えられた近似を用いて見かけの深さを求めることができる基本的な設問であった。

第2問 電磁気分野に関する出題であり、スマホの無線充電器の仕組みについて、実験を行いながらその特徴を解明していくという問題であった。AさんとBさんの会話の内容を理解し、

コイル1からコイル2へ電力を送る仕組み、ダイオードを用いた場合の電圧の変化、複数個のダイオードを用いてスマホへの充電方法を考えさせる設問で、的確な分析やグラフ・回路図の読み取りなど、思考力・判断力・表現力等を要する問題であった。

問1 充電器に見立てたコイル1とスマホに見立てたコイル2を用いて、コイル2で観測される振幅と周期を推測する設問であった。もう一つは、コイル1の交流周波数を変化させたときのコイル2で観測される振幅と周期を推測する設問であった。

問2 ダイオードの特性を会話で説明し、それを用いてコイル2の抵抗に加わる電圧の波形を求める設問であった。

問3 ダイオードを4個用いたブリッジ回路の理解を問う設問であった。この回路は、物理基礎でも触れられており、選択肢を丁寧に読み取ることでブリッジ回路の電流の流れを考えさせる良問であった。また、抵抗で消費される電力の大きさを表すグラフを問う設問であった。

第3問 薄いものさしを両手の人差し指にのせて、同じ高さのまま水平に保ち、左右の指の間隔をゆっくり縮める実験で、思考力が問われる問題であった。

問1 ものさしが両指上に静止している条件から、力のつり合いと力のモーメントのつり合いの式を立てる基本的な設問であった。

問2 ものさしにはたらく静止摩擦力の比較と、両指ともものさしとの間にはたらく最大摩擦力の比較の設問であった。

問3 右指側が動いている時にはたらく動摩擦力の変化と、静止している左指が動き出すまでの現象を問う設問であった。問題文から適切に状況を把握する力が必要であった。

問4 ものさしが動いているときのものさしにはたらく動摩擦力の比較と、それに伴うものさしの運動方向を問う設問であった。

第4問 「音を使って音を消す」という音の干渉に関する現象を、二人の会話に沿って考えさせる問題であり、思考力、判断力を要する良問であった。

問1 二つの波が重なったときの特徴を問う設問で、波の基礎知識の確認とウェーブマシンで生じる現象を問う設問であった。

問2 波の進行方向と波を伝える媒質の動きを問う設問であった。二つの波が重なったときの合成波の変位と媒質の運動を問う設問であった。

問3 二つの波源から同位相で出ている一直線上の波の合成について、会話文から波の状態を推測すると共に問われている時刻での波形を正確に把握しているかを問う設問であった。

問4 二つの波源から出る波の位相差と、負の方向に進む波の式を問う設問であった。二つの波の特徴を位相差で問うことは珍しく、波の基本事項を問う設問であった。

問5 二つの波源から平面上に広がっている波の干渉について問う設問であった。波の山と谷の重なり合いと前問までの設問で考えてきたことをあわせて解答を導く、思考力、判断力を要する良問であった。

3 分量・程度

昨年度の追・再試験と同じく、大問は4問であった。解答番号は20までであり、問題数は昨年度と同程度であった。会話形式の大問が昨年度は1題に対し、今年度は2題出題されており、実験や会話文の状況を見極め、探究活動や学習場面を想定した問題設定がなされていた。しかし、問題文が長くなったり、設定が複雑になったりしたため、60分では解ききれない受験者の割合が本試験と比べて多かったと思われる。難易度としては、本試験より難しくなったと思われる。

第1問の小問集合について、問1の彗星の運動は、惑星運動を用いてケプラーの三法則を学習しており、ケプラーの第二法則の定着を測る良問であった。問2の振り子の周期については、慣性力がはたらくときと等速直線運動をしているときの周期を考える設問で、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った。問3の熱力学では、熱機関の1サイクルのグラフとそのときの物理量が与えられており、そこから問われる物理量を読み取る力を測っている。しかし、熱力学第一法則の気体がする仕事と、される仕事の区別や、熱効率の考え方を十分に理解していなければ、得点に結びつかなかったと思われる。問4は、ド・ブロイ波長の大きさに関しては平易であったが、同じ大きさの運動エネルギーを持つという条件設定の読み取りが必要であり、それを十分に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。問5は、屈折による見かけの深さの設問で、図の実線・点線の意味の理解や近似式を適切に用いることができるかなど自然現象の理解を確認する典型的な設問であった。

第2問、問1はコイル1の交流周波数を高くする時にオシロスコープに表れる波形を問う設問で、多くの受験者にはこの設定が理解できなかった可能性がある。問3は、ダイオードを複数個用いて回路を作り電流の流れを問う設問で、前々ページでの説明されているダイオードの性質を十分に理解していれば、ブリッジ回路が分からなくても選択肢を丁寧に読むことで解答できたと思われる。10のグラフ読み取りは、コイル2に交流が流れたとき抵抗に生じる電力を選ぶ設問であった。電圧の波形を考え、④を選択した受験者も多かったと思われるので、会話文からどのような状態を問われているかを理解しやすいように図5と図6を一緒に再掲することが必要であったと思われる。

第3問は、ものさしを両手の人差し指の上に乗せて、左右の指の間隔をゆっくり縮めていき、重心近くで接するまでの現象を4段階に分けて考察する問題であった。それぞれの段階における文章は、丁寧にわかりやすく、またそのときの作図も適切に描いているので何を問われているかを考えやすい設定であった。それぞれの段階で問題文を理解することが大切であり、思考力・判断力・表現力等を要する良問であった。

第4問、問1の語句を選ぶ選択肢は、消去法でも求められる設問でもあった。問3は、会話文で丁寧に誘導してあり、解答しやすかった。問4は、会話文で波源Aから出ている波の式をもとに諸現象を考えられるように誘導されている。ただし、波の式を正しく理解していないと、18の設問の意図が把握できなかったと思われる。波の干渉の学習において、波長の視点からだけでなく、位相という視点から干渉を考えることも今後の学習に取り入れてほしいメッセージ性のある問題であった。

19は、波源Aから出た波の変位の式をもとに波源Bから出た波の式を導出する設問で、波の式の理解度を測る良問であった。問5は、平面上における合成波の変位について、問1～4までを参考にする設問であった。点 P_1 ～ P_3 は、この第4問の主題に対する回答を提示する問題になっており、特に P_3 は秀逸な点に置かれていて、思考力を問う良問であった。

4 表現・形式

全体的には、受験者に分かりやすい表現がされており、場面設定も容易に把握できるような丁寧な問題であった。現象を科学的に考察する会話文形式の問題が出題されており、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つけておきたい。また、物理現象を段階的に理解できるように設問を組み立てるなど、多角的に考察し課題を解決していくような出題が多く見られた。配点については、文字計算の問いが6.5問32.5点（第3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題2.5点ずつと計算した）、数値計算の問いが0問、語

句・文章の問いが7.5問37.5点，図・グラフの問が5.5問27.5点であった。実験への見方や諸現象の捉え方，実験結果や分析結果を表現する力の育成などに今後は更に力を入れていく必要を感じる。選択肢は，4択—6問，5択—0問，6択—5問，7択—1問，8択—5問，9択—3問，10択—0問であった。昨年に比べて8択は3問増加，9択は1問増加となっており，正確な状況や現象の把握により自ら導き出す力がより一層求められている。一方，数値計算の結果を直接解答する設問はなかった。また，全20問の内，力学分野が6題，熱力学分野が1題，波動分野が7題，電磁気分野が5題，原子分野が1題と偏りなく出題されていた。物理現象やグラフを選択する形式や物理量の大小関係を選択する形式など，工夫された出題であった。第3問は，選択肢数は6択が2問，4択が2問であったので，選択肢が文章形式のものがあったともよかったと思われる。

5 ま と め（総括的な評価）

昨年度に引き続き，基本的な知識や状況に即した物理法則などを活用し解答を導き出す問題であった。身近な現象を解明するために，これまで学習した事柄との関連から深く考察し，思考力・判断力・表現力等を発揮することで正解を導き出す良問が多くあった。会話文を用いて考察する大問が2題あり，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理解し，身近な現象や，実験などにおける課題を更に深く考察する力を身につけていくことが重要である。

最後に，共通テスト問題作成方針に則し，適正な難易度を保ちつつ，探究の過程を重視しながら，高等学校の授業改善に資する良問を作成された作問委員の方々に敬意を表したい。