

◆物理◆ 科目別講評

(1) 出題方針

『物理』の出題範囲は、高等学校学習指導要領に定める科目の「物理基礎」および「物理」で学習する内容の全てを対象としている。出題形式は、論理を展開する能力を見る問題の出題を心掛けながらも、試験時間も考慮して大問3題を基本としている。力学と電磁気学の分野から各1題と、それ以外の分野(波、熱、原子物理)から1題となることが多いが、日程に連動して出題分野が固定されることは無く、各分野を含む複合問題や設問によっては問題の構成が変わる場合もある。

今年度は、全日程で力学と電磁気学の分野から各1題と、全学部日程(理系)で熱分野、学部個別日程:文化情報学部(理系型)・生命医科学部・スポーツ健康科学部(理系型)で原子物理学分野、学部個別日程:理工学部で波分野の範囲から出題した。試験時間内に解答が可能な量とするため、全ての分野からの出題とはならないが、できるだけ広い分野からの出題となるように問題作成を心がけている。設問の多くは空欄に記入する形式としているが、式を正確に記述する問題として解答に臨んでもらいたい。正答を得るためには、問題文と図から、どのような物理現象を対象にしているかを理解した上で、いかに式を立てて解いていけば良いか、解答の方針を考える必要がある。「公式」に当てはめて計算するだけでなく、現象の奥に潜むイメージの理解を確認するために、作図やグラフの描画も出題している。ほとんどの問題で、前半の設問で基本事項を確認し、後半の設問でいくつかの要素を組み合わせで考え、解答を導くような構成としている。また、問題によっては考え方や式をヒントとして与えており、問題文をよく読み、図を注意深く見れば正答が導けるように記述している場合もある。

(2) 解答状況および解説

全学部日程(理系)

[I] 教科書にも載っている2粒子の衝突を、重心から見た相対速度で考える問題である。連立方程式を立てて解くこともできるが、速度や運動量がベクトルであることから幾何学的に考えて解くこともできる。解答図(I-A)を見ながら解く柔軟性を評価している。

[II] 直流電源および交流電源におけるブリッジ回路の問題である。抵抗 R_1 と R_2 を流れる電流を与えてあるので連立方程式を立てて解くこともできるが、教科書で交流回路の考え方で使われるベクトル表現の理解を問うている。ベクトル表現に慣れていない受験生が多かったようである。

[III] シリンダー内に封入された気体の状態変化についての問題である。解答図(III-A)のグラフの概形を描く際には、ピストンの向きに注意して、気体BとCの体積変化の和と圧力変化が比例することに気づく必要がある。基本的な問題であり全体的に出来は良かった。

学部個別日程:文化情報学部(理系型)、生命医科学部、スポーツ健康科学部(理系型)

[I] 傾斜角が変えられる斜面上に置かれた直方体の運動で、摩擦力に関する標準的な問題の一つである。質量を与えない形式であるが、良く対応できていた。作用点の位置と力を表す矢印の作図を出題した。転倒したことから摩擦力の範囲を問うたが、これも良く出来ていた。

[II] 原子物理学の分野から、コンプトンの業績を題材にした、コンプトン効果とブラッグ反射に関する問題である。物理学の全分野を満遍なく学習することが望まれる。数値を求める計算は、桁が d よりも少し小さい程度でないとおかしいという感覚も評価するため出題した。

[III] 内部抵抗を考慮する電源、電圧計、電流計と抵抗の回路に関する問題である。解答図(III-A)は、関係式を目的に応じて変形する力を評価している。また、電流計と電圧計の指示値を用いて抵抗の抵抗値や消費電力を求める場合、抵抗値に応じた接続方法を選択する重要性も示している。

学部個別日程:理工学部

〔Ⅰ〕教科書に掲載されている単振動の正射影としての単振動の導入過程と単振り子に関する問題である。図4では角振動数のみならず振動の中心や位置エネルギーの基準位置も変化することに注意する必要がある。解答図も含め、後半に行くほど難易度が上がり正答率も下がっていた。

〔Ⅱ〕電磁気学の分野から、磁場中に傾けて置かれた導線レール上を滑り降りる導体棒に生じる誘導起電力と上端および下端に接続した回路の問題である。出てくる素子は抵抗とコンデンサーのみで直流電源であるが、正答率は思ったほど高くなかった。

〔Ⅲ〕ホイヘンスの原理から波面や射線などの幾何学的な関係を基に屈折の法則を考える問題である。後半は、同じ媒質でも境界に平行な流れがある場合に、屈折と類似の現象が起こるという見慣れない問題であるが、前半の考え方を利用すればよく、正答率もかなり高かった。

(3) 受験生へのメッセージ

物理の入学試験では、自然現象を物理法則にもとづいて、どれだけ深く理解できているかを評価することを目標としています。暗記した「公式」をあてはめれば答えられるような設問を避け、物理のさまざまな分野の理解を複合させて解くような問題の出題を目指しています。現象を式で記述することが必須ですが、問題で与えられる設定は必ずしも教科書に出てくるような、典型的なケースばかりではありません。式で表された法則のもととなった物理現象や観測結果を、日頃からイメージとして捉えておくことが、出題された問題に応じて柔軟に解くことができるかのポイントです。公式を天降り的に記憶し、入試問題を手当たり次第に解いて素早く答える練習を重ねるのではなく、教科書に説明されている現象や実験・観測結果の記述をよく読んで、どうしてこのように式で表現できるのだろうと自問自答しながら学習を進めてください。授業をよく聞いて、教科書をよく読んで分からないときは、参考書を調べ、先生に質問してみましょう。その上で、自分でさらに考えましょう。遠回りのように見えても、逆に自然現象を物理法則にもとづいて理解する上での近道となるはずですよ。こうして入試問題にあたってみると、一部の問題が自然現象を物理法則にもとづいて理解する上でのヒントを与えている場合があると気付くと思います。

物理を暗記科目と捉えている受験生はほとんどいないと思います。物理では、他の科目のように多くの細かい事項を記憶する必要はありません。受験生の中には一生懸命に問題の解答を丸覚えして、確実に点数をとって入学試験に合格したいと思う人もいますが、その人は自然現象の本質を理解する機会を逃がしています。現実の物理現象は複雑で、解決の糸口さえ見えないように思える場合もあるかも知れません。しかし、物理学には法則を見だし、式を用いて定量的に現象を記述することで問題を解決してきた歴史があります。入試問題の一部には、そんな物理の歴史に触れられるような出題もあります。その問題を解いているとき、受験生のみなさんは、その時代の物理学者と一緒に、自然現象を理解しようとしているのです。

◆物理◆ 出題の意図

201	出題の意図
[I]	<p>力学分野から、教科書にも載っている 2 粒子の衝突を、重心から見た相対速度で考える問題である。連立方程式を立てて解くこともできるが、速度や運動量がベクトルであることから幾何学的に考えて解くこともできる。第 1 段落では、重心の運動と、重心から見た相対速度と運動量を問うている。次の解答図(I-A)のヒントにもなっている。第 2 段落の解答図(I-A)は、重心速度と各相対速度を表すベクトルの描図である。重心の位置が常に x 軸上であり、重心の速度ベクトルの終点が、粒子 A と B の速度ベクトルの終点を結んだ直線上にあることがわかっているかがポイントである。解答図(I-A)を見ながら解く柔軟性を評価している。</p>
[II]	<p>電磁気学の分野から、直流電源および交流電源におけるブリッジ回路の問題である。可変コンデンサーや内部抵抗を持つコイルが含まれているが、前半の直流電源の定常状態の場合は無視できる。抵抗値のみならずコンデンサーやコイルのエネルギーについても問うた。後半の交流電源の場合は、抵抗 R_1 と R_2 を流れる電流を与えてあるので連立方程式を立てて解くこともできるが、教科書で交流回路の考え方で使われるベクトル表現の理解を問うている。L のインピーダンスの正答率は高かった。並列接続では電圧の位相を基準に、直列接続では電流の位相を基準に、各素子の電流や電圧に対応するベクトル表現を考えればよいが、ベクトル表現に慣れていない受験生が多かったようである。</p>
[III]	<p>熱分野から、シリンダー内に封入された気体の状態変化についての問題である。前半の問題では、1 つのシリンダー内の気体の定圧変化と定積変化を問うている。基本的な問題であり出来は良かった。後半の問題では 2 つのシリンダーのピストンがばねを挟んで向かい合う形で設置されている。どちらのシリンダーに着目するかから問うてもよかったが、気体 C の圧力から、「気体 B と C の圧力が等しいこと」を明記し、ばね定数、気体 B の温度へと誘導したこともあり、出来は比較的良かった。解答図(III-A)のグラフの概形を描く際には、ピストンの向きに注意して、気体 B と C の体積変化の和と圧力変化が比例することに気づく必要がある。全体的に出来は良かった。</p>
204	出題の意図
[I]	<p>力学分野から、傾斜角が変えられる斜面上に置かれた直方体の運動で、摩擦力に関する標準的な問題の一つである。質量を与えない形式であるが、良く対応できていた。第 1 段落では、摩擦力を受けながら斜面を滑り降りる問題である。第 2 段落では、作用点の位置と力を表す矢印の作図を出題した。意外な作図も散見されたので、式だけではなく作用点の位置のイメージを意識しながら力学を考えることが望ましい。転倒したことから摩擦力の範囲を問うたが、これも良く出来ていた。最後のパラグラフでは糸を引っ張り物体が斜面上を滑りあがる場合で、摩擦力の向きに注意して、力のモーメントの計算をすればよい。</p>
[II]	<p>原子物理学の分野から、コンプトンの業績を題材にした、コンプトン効果とブラッグ反射に関する問題である。前半は教科書にも掲載されているコンプトン効果の導出過程であり、良く出来ていたが、学習不足の答案も散見された。物理学の全分野を満遍なく学習することが望まれる。後半は、コンプトンの工夫した点でもある、ブラッグ反射に関する問題である。図 1 では単結晶は傾いているが、角度の取り方に気を付ければ、(カ) はよく知られた関係式である。問題文にも記された、(キ) を求める際に利用した近似計算も物理学ではよく出てくるので、使えることが望ましい。数値を求める(ク)の計算では、桁が d よりも少し小さい程度でないとおかしいという感覚も評価するため出題した。</p>

<p>[Ⅲ]</p>	<p>電磁気学の分野から、内部抵抗を考慮する電源、電圧計、電流計と抵抗の回路に関する問題である。第1段落は、内部抵抗のある電池に可変抵抗を接続した回路の問題で空欄の正答率は高かったが、解答図(Ⅲ-A)のグラフの概形は予想を超える多様なグラフも散見された。関係式を目的に応じて変形する力を評価する問題であった。後半は、内部抵抗のわかっている電流計と電圧計の指示値を用いて、抵抗の抵抗値や消費電力を求める問題で、抵抗値に応じて接続方法で精度が変わることを示している。時間不足か第2段落の長文の説明が苦になったのか、思ったほど出来は良くなかった。直列接続では電流が、並列接続では電圧が、それぞれ等しいことから、図2と3の各接続における電流計と電圧計の指示値の関係を内部抵抗と抵抗値で書ければ難しくないはずである。</p>
<p>207</p>	<p>出題の意図</p>
<p>[Ⅰ]</p>	<p>力学の分野から、教科書に掲載されている単振動の正射影としての単振動の導入過程と単振り子に関する問題である。第1段落は等速運動の正射影の問題であり、出来は良かった。第2段落は単振り子の問題で、系の長さの代わりに角振動数を与えてあるが、これも良く出来ていた。(エ)の復元力の表現は、考え方によっては、後のヒントになっている。第3段落は、釘により単振り子の支点が変化するが、振動の中心が $x=0$ で変化しない見慣れた問題ということもあり、(オ)および解答図(I-A)ともに良く出来ていた。最後の段落は、図4の点 V に釘があり、単振り子の支点が変化することにより、角振動数のみならず振動の中心や位置エネルギーの基準位置も変化することに注意する必要がある。解答図も含め、後半に行くほど難易度が上がり、正答率も下がっていた。</p>
<p>[Ⅱ]</p>	<p>電磁気学の分野から、磁場中に傾けて置かれた導線レール上を滑り降りる導体棒に生じる誘導起電力と上端および下端に接続した回路の問題である。第2段落は、電磁誘導の法則から誘導起電力を導出し、ローレンツ力を受ける力学の問題である。良く出来ていた。第3段落では、上端に接続した回路の問題である。導体棒の速度が一定のときには、コンデンサーには電流が流れていないことがわかっていたら難しくないが、受験者全体と合格者との平均得点率の差が大きかった。最後の段落では、スイッチ S2 も閉じて閉回路が上側のみならず下側にもでき、コンデンサーに蓄えられる電気量が変化する。出てくる素子は抵抗とコンデンサーのみで直流電源であるが、正答率は思ったほど高くなかった。</p>
<p>[Ⅲ]</p>	<p>波の分野から、ホイヘンスの原理から屈折の法則を考える問題である。前半は、教科書にも掲載されている、図1を用いたホイヘンスの原理による屈折の法則の導出であり、出来は良かった。後半は、同じ媒質でも境界に平行な流れがある場合に、屈折と類似の現象が起こるという見慣れない問題であるが、前半の考え方を利用すればよく、正答率もかなり高かった。(ク)より「$\sin \theta_1 / \sin \theta_2 =$」に変形するとわかるように入射角度により屈折率に相当する値が変わる。時間と分量に余裕があればもう少し深掘した問題も含める予定であった。波の分野の学習に当たっては、結果の関係式だけではなく、波面や射線などの幾何学的な関係にも注意を払うことが望ましい。</p>