

## 物 理

### I

#### ■出題のねらい

円運動、放物運動、物体の衝突、ばねの伸び縮み、及び単振動という幅広い知識を習得し、運動量保存の法則、力学的エネルギー保存の法則などの基本的な公式を使用して、力学の基礎的な問題を解けるかどうかを問いました。また、物理量の算出だけでなく、振動のイメージを示すグラフの作成も出題しました。

#### ■採点講評

正答率は5割程度でした。

- (1) 自由落下運動を開始した小球が円筒面に沿って運動するための条件を問うもので、その前半の問1～3は高校物理の基礎的な内容であったため、正答率は比較的高く、受験生はこの部分で得点を得ていました。後半の「ア」～「ウ」はやや難しい問題ですが、解くための道筋が示されているため、段階を追って考えれば容易に解ける問題です。しかしながら、正答率は予想よりも低い結果となりました。特に、半円形レールの頂点  $F$  における運動方程式について、向心力としてレールからの垂直抗力  $F$  と小球の重力  $mg$  の両方が作用していますが、垂直抗力  $F$  または重力  $mg$  を見落とした答案が散見されました。
- (2) 半円筒面から飛び出した小球の水平投射に関する問題から始まり、小箱との衝突問題へと発展します。いずれも基礎的な内容であるため、問4および問5も比較的良好であり、問1～3と同程度の正答率となりました。小箱との衝突後、ばねに取り付けられた小箱の単振動問題となります。ばねの縮みの最大値と単振動の周期を求める問6および問7では、単振動する小箱の質量が  $3m$  であると明確に示されていたにもかかわらず、誤って  $m$  とした答案が散見されました。このような単純なミスが影響して、前半の問4および問5よりも正答率が低くなりました。問8はグラフの作成問題で、ばねの縮みの最大値が単振動の振幅となることを理解している必要があります。運動のイメージができていないと、このようなグラフの作成はやや難しいかもしれません。問8の正答率は1割程度でした。

最後に、グラフ作成の問題についてですが、問題文で指定された  $0 \leq t \leq T$  の範囲を超えた答案がいくつか見受けられました。受験という場面では限られた時間の中で解答しなければなりません、焦らずに問題文を丁寧に読むことを心がけてください。

## II

### ■出題のねらい

オームの法則や抵抗率の関係式といった基本的な法則を用いて解く問題です。抵抗を使うことによって、温度や物体の変形量を調べる応用例を題材として理解度を確認しました。

### ■採点講評

- (1) ア については問題文にしたがって計算すれば、正答できると思います。イとウも同様ですが、ウに抵抗1の温度ではなく、抵抗値を記入している受験生がいました。なお、抵抗1は白金を想定しています。2025年の群馬県で観測された41.8℃も観測所に設置された白金抵抗により計測されたのではないかと思われます。
- (2) ホイートストーンブリッジ回路の形をした回路が出てきますが、検流計や有名な抵抗比の公式などは出てきません。エは抵抗Aに流れる電流について等式を立てるなどの解き方で比較的容易に求められます。オを導くためには多少の計算が必要です。そのため、正答率は他の設問に比べて低かったです。
- (3) キについては、抵抗値と長さ・断面積の関係式をしっかりと覚えているかを確認のための問いです。抵抗値と長さ・断面積の関係式は2022年度の本学の問題でも出題しています。断面積を計算するためには半径が必要ですが、問題文では直径を与えていますので注意してください。問1について、 $x$ の高次の項を近似で消去していくと、最終的に $2x$ になります。近似の計算ができていない答案や、途中で終わっている答案がありました。近似の計算にも慣れておきましょう。

### III

#### ■出題のねらい

ドップラー効果を利用した小物体の速度の測定を題材として、音波の振動数についての理解を確認しています。前半では観測者が動く場合と、音源が動く場合のドップラー効果に関連する基本事項を問いました。後半では応用として小物体が斜めに動く場合のドップラー効果について出題しました。

#### ■採点講評

観測される音波の振動数から、小物体の速度を考える問題です。前半（1）は小物体が直線上を動く場合のドップラー効果を扱っています。よく出題される内容ですが、ア～ウにおいて改めて基本的な関係式の導出を行うことで理解度の確認をしました。これによって戻ってきた音波の振動数が速さの関数として求まりますが、求めたい物理量が観測された量からわかるように、エでは速さを音波の振動数の関数として表しています。問2はこれをグラフに表す問題です。グラフが縦軸と横軸に接するときの値と、問題文で問われている  $f_2=f_0/2$  における値がわかれば、滑らかに結ぶことによって複雑な計算を行わなくても解答できるようにしています。

後半（2）および（3）では小物体が平面上を動く場合について扱いました。観測者や音源が斜めに動く場合のドップラー効果に関連した問題です。問3は独立した設問であり、位置を表すベクトルを三角関数によって各成分に分解する基礎的な内容となっています。オは音源からの音波が小物体に当たる角度と、反射された音波が観測者に届く角度が違う場合についての設問です。基本的な考え方は（1）および（2）と同じであり、ドップラー効果には観測者から遠ざかる方向の速度成分のみが影響することが分かれば解答できます。問4はまとめとして、2つの場所で観測された音波の振動数から、実際に小物体の速さと向きを計算する問題です。原点に戻ってきた音波の振動数が変化していないところが計算をスムーズに行うポイントです。これは小物体が原点と小物体を結ぶ線に対して垂直に運動していることを表しています。

全体を通して、一見難しそうな問題でも誘導に従えば自然に正答が得られるようになっています。一方で、答案にはやや苦戦の跡が見受けられました。公式をそのまま記憶するのではなく、背景にどのような現象が起こっているのかを意識することが深い理解と幅広い応用につながると思います。