

### I

#### ■出題のねらい

水中に浮かべた物体に作用する浮力とその単振動を題材に力学に関する問題を出題しました。重力と浮力の間の力のつり合いや運動方程式から単振動の周期を求める基本的な知識を問いました。重力と浮力の作用線が一致しない場合に、物体に生じる力のモーメントについて問う応用的な問題も出題しました。

前半（１）の問題は、浮力に関する基本的な問題でした。その後の（２）は上述の浮力と重力の合力を復元力とする単振動の周期などを問う問題でした。後半（３）は水に浮かんでいる物体を傾けた際の安定性を検討する設問になっています。一見、イメージがし易い現象ですが、重力が発生する点（重心）と浮力が発生する点（浮心と呼ぶ）の位置関係が鍵となります。

#### ■採点講評

正答率は５割を上回る程度とほぼ予想通りの結果であったように思います。前半（１）については浮力に関する基本的な設問でしたので、正答率が高かったように思います。その後の（２）の単振動については、昨年の力学の問題と同様に座標軸に対し、運動の向きが明確になっていない受験生がかなり見受けられました。力学の現象では、座標に対して運動の方向を注意深く考える訓練をしてほしいです。

後半（３）については、物体が沈んでいる部分を水に置きかえ、その重心（浮心）に浮力が作用することから、傾いた物体がさらに傾くか、元に戻るかを判断する設問でした。物体が傾いた際に水中に沈んだ部分と空中に浮き出た部分について、個別に（部分別に）力のつり合いを考えた間違った解答が多く見受けられました。物体全体の重心位置と水に沈んでいる部分の重心（浮心）の位置を注意深く理解すると、それらの力によるモーメントのはたらきが理解できると思います。力が生じる点が移動する問題は見かけることは少ないと思いますので、その分、問題文中で理解するために必要な過程を丁寧に記載しました。問題文を丁寧に読むことを再認識しましょう。

## II

### ■出題のねらい

電磁気力の基本的な項目について理解しているかを試すために、静電気力、ガウスの法則、フレミングの法則などに関する出題をしました。また、電磁気力を受けている物体の運動を解けるか、具体的な工学系を題材にして応用力を問う出題をしました。

### ■採点講評

問1～3はガウスの法則に関する問題です。ガウスの法則は電磁気学の基本法則で非常に重要なものです。高校では対称性が高い簡単な場合しか扱わず、平面の場合も教科書の例題に出ているレベルなので、しっかりと解いてもらいたいところです。問1、2はできていましたが、問3の正答率は低くなっていました。

問4～6は静電気力とローレンツ力を問う問題です。円運動の運動方程式の形になっているので、少し分かりにくかったかもしれませんが、基本的な項目であり、また、荷電粒子の運動を解くことは重要ですので、きちんと理解した上で問題にあたってください。問5の正答例は静電気力をあげていますが、もちろんクーロン力でも正答です。間違えてローレンツ力と解答している受験生が多くいました。また、問6は電場と磁場から荷電粒子が受ける力の向きを理解していれば解ける問題です。選択肢2つから選ぶ問題でしたが、間違っている答案も少なからず見受けられました。

問7～9は円運動の運動方程式を用いて荷電粒子の運動を調べる問題です。この場合、運動方程式が荷電粒子の角速度に関する2次方程式になるので、それを解くことで、運動の概略がわかるようになっていきます。運動方程式のそうした構造に気が付けば、2次方程式の解の公式を用いるだけなので、それほど難しい問題ではありません。それに気づいた受験生も多く、問9のグラフを描く問題は比較的良くできていました。

最後の問10は近似に関する問題で、高校ではあまり扱う機会がない内容と思います。ただ、説明や例が示されていますので、落ち着いて取り組んでください。正答率は2割くらいでした。

いずれも、問題を注意深く読めば正答にたどり着くことができます。公式をそのまま当てはめるのではなく、基本的なことを理解して自分で考える学習をしてください。

### III

#### ■出題のねらい

熱力学・波動、気体の取り扱いと波の屈折条件を、大気の高度依存性という題材を通じて問題にしました。上空に空気塊が移動したときの密度の変化が、温度変化にどのように依存するのか、夜に遠方の音が響いて聞こえる理由、光の屈折や散乱による色の変化などそれぞれ独立した問題ですが、同じストーリーで扱えるところを楽しんでいただければと思います。

#### ■採点講評

- (1) 大気の高度依存性を扱いました。仮想的に空気塊を考え、圧力変化に伴って空気の密度がどう変化するかを問いました。導出した式から、符号のもつ意味を読み取ったり(空所イ)、与えられた式から単調増加か単調減少なのかを推測する問題(問題1)を出題しました。式変形自体は簡単ですが、温度が上空で地表より増加するのか(冬の日の放射冷却)、減少するのか(夏の昼間)によって気体の密度変化が逆になりそうところが面白いと思います。問題1での採点は、比熱比が1より大きいことから、密度変化が単調増加か単調減少なのかを推定できることが書かれていることをチェックしました。
- (2) 夜に遠方の音が響いて聞こえる理由を考えました。この現象は多くの教科書でコラムとして紹介されていますが、大気を何段もの層として捉えることによって、通過する音波がどのように屈折していくのかが説明できることを楽しんでもらえたかと思います。屈折の法則を何回用いても、始めと最後の角度の関係式がつながっていること(問3)は面白いですね。結論は知っていても、このようにモデル化して考えることに、物理の醍醐味を感じて欲しいと思います。空所のウとエは逆に解答した答案を多く見かけました。波が屈折する理由は、波の進みやすさの違いです。媒質となる空気の密度が高い方が音波にとって進みにくいことが本問から読み取れます。
- (3) 光の屈折に置き換えて、波の進路を考えてもらう「頭の体操」です。問4の作図の採点項目は、入射点と $B_1$ を結んだ線より上の部分で2回屈折していること、 $B_1$ 通過後の光が光線Aよりも大きく屈折していること、の2点でした。光線Bの入射点と $B_1$ を結んだ補助線を引くと、解答しやすいです。

昼間、空が青く見えるのは、白色光の太陽光のうち、青色がまず散乱されるからです。朝や夕に空が赤く染まるのは、遠方から到達する光に青い色の成分が無くなっているからです。本問は、遠方の惑星(太陽系外惑星)を観測する問題にしましたが、まだこのような観測は実現していません。実現すれば、太陽系以外の惑星の組成がわかることにつながり、地球以外に生命体がいるかどうか判明すると考えられます。また、本問の原理は、皆既月食のときに、月が赤く暗く輝くことの説明にもつながります。問5は、「光は青色を失って赤味がかった光になる」部分に配点しました。惑星の上空ほど青色散

乱されにくいので、色の変化は少ないことまでは言及しなくてもよいものとなりました。  
光路長と屈折率によって色は決まるので、惑星の縁ほど赤くなるかどうかは定かではありません。

(1)(2)(3)とも独立した問題で、途中からでも解ける問題でした。白紙としている答案は皆無で、受験生の皆さんが最後の問題まで真剣に取り組んでくれたことを感じています。