

I

■出題のねらい

ばねにつながれたおもりの運動を題材にして、力学の理解を問いました。内容は、フックの法則と単振動、力学的エネルギー保存の法則、円運動と角速度、力のつり合いなどです。式の展開力と物理的考察、グラフの作成能力も問いました。

■採点講評

ばねを含む物理現象は入試問題でよく出題されます。大問Ⅰでは3つの設定を用意しました。全体の正答率は約50%でした。(1)は基本問題で、ばねにつながれたおもりの単振動を解くものです。1)～3)の正答率は高かったのですが、4)は低かったです。1)を「慣性力」、4)を「 $\pm \frac{d}{2}$ 」とした誤答が多く見受けられました。

(2)は、ばねが絡んだ等速円運動の問題で、フックの法則と遠心力の理解を問いました。残念ながら正答率はあまり高くありませんでした。5)が正答でも、6)を間違える人がいました。特に6)では、角速度の増加に対して、ばねの伸びが減少する誤答が多く見受けられました。角速度の増加によりおもりの遠心力が増し、つり合いの結果ではばねが伸びるという物理的な特徴をイメージするとよいでしょう。

(3)は(2)の発展問題であり、水平、鉛直方向の力のつり合いの関係式からおもりの円運動を解く問題です。ア、イはよくできていましたが、 $\sin \theta$ と $\cos \theta$ を逆にする誤答が見受けられました。ウは符号間違いが多く、正答率は約50%でした。7)～11)までの正答率は低かったです。その中で最も正答率が高かったのは、8)でした。7)は $\sqrt{\quad}$ が抜けている誤答、10)は大小関係が逆の誤答が多く見受けられました。11)は、物理的状況が円錐振り子と同じであることに気がつくと解きやすくなります。ここでは、 ℓ と g を逆にする誤答が見受けられました。

全体的に、教科書の公式として学ぶ問題はよくできていました。力のつり合いは、(3)の浮き上がる条件(垂直抗力がなくなる)を含めて、よく理解しているようでした。一方、得られた関係式を展開して、角速度、傾き角 θ 等の物理量を算出する部分とその結果の考察は苦手なようでした。

II

■出題のねらい

電場（電界）から力を受けるという考え方、電場に関するガウスの法則の理解、その応用について問いました。また後半では、誘導に従って考察を推し進めて論理的に考える力があるかを確認するための論述問題を出題しました。

■採点講評

(1) では、電場ベクトル $\vec{E}$ を位置ベクトル $\vec{r}$ を用いて表現する方法を説明しました。後の問題で、この説明文の理解が問われます。さらに (2) では、点電荷の作る電場を電気力線で記述する方法とその根拠を説明しました。電気量に比例した電気力線が発生すること、電気力線は途中で消滅・生成されず、無限の彼方へと直進することを理解しておくことがポイントです。

(3) 1) で、球の内部に電場が存在しない理由を問いました。図1で、 D_1 上の電荷はその面積に比例すること、また面積は点Pからの距離の2乗に比例することから、クーロン力が打ち消すことがわかります。電気力線の本数は電場の強さと無関係であることに注意してください。電場の強さは、電気力線の密度（密集の度合い）で決まります。

【エ】の「重ね合わせ」の原理は、ほとんど書けていませんでした。物理的には大変重要な概念です。

2) は、点電荷の場合と同じ数の電気力線がすべて球の外部へ出ていくことから、その分布の様子は点電荷の場合と全く同じになることに気づけば簡易な問題です。

ここまでの考察を (4) の導入部分にまとめておきました。この説明が理解できれば、3) は正答できるはずです。半径 r より小さな球面だけを考えることの意味が理解できず、半径 a の球全体の電荷を考えてしまう誤答が多く見受けられました。

論述中心の、慣れていない形式の出題に戸惑った人が多かったようで、全体の正答率は約40%でした。物理の問題は、公式を覚えて適用することだと誤解している人が少なくないようですが、それは間違いです。数式を基本に、論理的に考える力を鍛えることが物理を学ぶことの目的です。このことをしっかり認識したうえで、物理を学んでいきましょう。

III

■出題のねらい

自然現象をモデル化した設定で、熱力学と力学を組み合わせた問題を出題しました。設定は単純なものとしましたが、熱量の供給が時間で決まり、圧力が時間変化する内容は新しい問題だったかもしれません。

■採点講評

グラフの作成、数値を代入する計算を含みます。

(1) は、体積一定の容器に入った気体が加熱されていく問題です。全体的によくできていました。

(2) は、定圧変化で膨張してゆく気体がピストンを押し出す問題です。一定の力が加わるので、等加速度運動になります。運動方程式を立てる「力」の個所では、ピストンの上から加わる大気圧の影響を忘れた誤答が目立ちました。ピストンが管から飛び出せば、鉛直上向きに投げ出された運動です。「キ」、「ク」はよくできていました。(2) 1) の「大気圧を考えない理由」では「あらゆる方向から大気圧が加わる」とことと「合力がゼロになる」ことの2つがポイントとなります。大気圧は小さいから無視できる、とする誤答が散見されました。

(4) は、 p - V グラフを作成する問題です。④から⑤の状態変化、⑤から⑥の状態変化と気体が外部にした仕事の3つを採点しました。3つの指示を記入できていない解答がありました。

(1)・(2)の問題構成は、モデルとして連続した設定ですが、独立の問題ですので、(2)から取り組んでも正答は得られます。(4)のグラフ問題もモデル設定が理解できればここから解答できます。受験者には、最後まで諦めずに問題に取り組んでもらう姿勢を期待します。

出題者としては、標準的な難易度の問題と考えています。60%以上の得点は欲しい問題でした。物理学を学ぶ目的は、自然現象の理解にあります。実際の自然現象をモデル化すると、どんな具合になるのか、意識をもって学習してください。