

物 理

I

■出題のねらい

なめらかな曲面からなる発射台を転がって飛び出した小球の運動を題材とした力学の問題です。力学的エネルギー保存の法則，斜方投射による放物運動などの力学の基本的な理解を問いました。計算力を試したり，グラフを作成したりする問題のほか，記述問題では小球の飛距離と重力との関係性について考察することをねらいとしました。

■採点講評

(1) は，力学的エネルギー保存の法則と斜方投射による小球の放物運動に関する基本的内容を扱ったもので，教科書にも記されている内容です。□アは，期待していたよりも正答率が高くありませんでした。問1のグラフ作成は， $t=0$ の時に $v_0 \sin \theta$ で飛び出した小球の y 軸方向の速度成分 v_y が， $t=0$ から $t=T$ までの区間内において， $-gt$ で変化することを正確に図示する問題です。グラフ作成は物理現象を理解するうえでとても重要です。問1については，期待していたより正答率が高くありませんでした。公式の意味をグラフ上で理解することも必要です。また，時間という制約があるとはいえ，作図の際には「丁寧さ」を心がけるようにしてください。問2は比較的良好にできていました。しかし，問題文で指示していた「 t 軸上に●（黒丸）で示す」に従わない解答も見られました。

(2) は小球の飛距離と重力との関係について考察することをねらいとした問題です。模範解答に記されているように，□イの結果と，問1の直前に記された式とを併せて考えると，小球の飛距離に重力加速度は関係しないことが理解できます。この問題は，□Iの中では最も難しい問題のひとつになったようで，正答率はあまり高くありませんでした。重力加速度の大きさが6分の1になった分だけ飛距離が長くなるといった趣旨の解答が，比較的多数あった印象を受けました。この場合は，□イの結果を考察に反映することができなかつたのではないかと推察します。

(3) は小球の「的当て」をテーマにした問題で，2回の試射の結果を基にして，小球を的に命中させるための条件を算出するものです。この問題は，(1) や (2) とは設定が変わり，(1) や (2) と独立したようなかたちの設問でした。そのため，(1) や (2) において正答が得られなかった場合でも，(3) において，ある程度の解答ができていたこともありました。なお，問5については，解答で使用できる文字が指定されていたにもかかわらず，指定外の文字を用いた解答がありました。

全体的な正答率は，60%を少し下回る程度でした。限られた時間の中で解答する場面になりますが，落ち着いて問題文をよく読み，その意図を読み取ることを心がけてください。

II

磁場型の質量分析装置を題材に、一様な電場および磁場中での荷電粒子の振る舞いについて問いました。いずれも基本的な知識を問う問題で、教科書や問題集などにもよく取り上げられる題材です。

■出題のねらい

(1)では、電場と電位差、電場による仕事、エネルギー保存則より荷電粒子の速さを問うています。いずれも初歩的な問題で教科書に載っている基本的問題です。(2)では、一様な磁場中の荷電粒子にはたらくローレンツ力について問うています。力の方向と向き、ローレンツ力を受けた荷電粒子の等速円運動の運動方程式から質量と磁束密度の関係を求める問題です。これもまた基本的知識で、どの教科書にも例題としてあげられています。(3)では、少しかだけ応用力を問いました。問1では数値計算力を、問2ではグラフ作成力の確認を、問3ではグラフから考える力の確認を行っています。グラフの横軸が磁束密度の2乗となっていますが、式③との対応を正しく理解しグラフを描けるかも確認しています。

■採点講評

電場から受ける力を考える際、電場と電位の関係についても問いましたが、正しく理解できていない受験者も多数見受けられ、予想以上に低い正答率となりました。また、問題文中の記号を正しく使って解答せず、問題文中にはない電場の大きさ E を用いた解答も多数ありました。

正答率のみを考えると、電場の問題 (ア), (イ) より、磁場から受けるローレンツ力に関する問い (ウ), (エ), (オ) の正答率の方が高かったのですが、後者では、使用した記号が教科書などと同じであったことも正答率を押し上げた理由の一つかと思います。物理量を表す記号を使って様々な現象を考えることが必要ですが、記号はあくまでも記号なので、記号の背後にある物理量を正しく理解して考える必要があります。しかし、問題文中の距離を示す変数記号 R を抵抗として答えたり、電圧 (電位差) を示す大文字記号 V と荷電粒子の速さを示す小文字の v を混同して解答したりする受験者が予想外に多く、記号を正しく理解して解答できていないことが気になりました。問題の後半ほど、このような混乱が強く見受けられました。公式の暗記や、思い込みを排除し、問題に即して考え、解答する柔軟さも身につけましょう。

III

■出題のねらい

前半は分子運動論の標準的な問題、後半は同じく球形容器を風船に見立てた問題です。熱力学におけるエネルギーの理解を確認することがねらいです。

前半は分子運動論で、教科書では立方体を使って説明されているものを球形容器にして取り扱いました。気体の性質は容器の形状によりませんので、最終的に得られる式は同じになります。

キ で得られた式に登場する R/N_0 の量はボルツマン定数と呼ばれる量です。「内部エネルギーは温度だけで決まる」ことは、高校物理の熱分野の1つの大きな結論ですので、ク とケ の語句を埋められなかった受験者は要注意です。

後半は同じく球形容器を風船に見立てた問題です。(1)とは独立した問題ですので、(1)で最後まで到達しなくても得点できるようにしています。仕事・熱・エネルギーは、同じ次元の物理量を表す言葉ですが、使い分けがあります。本問でも3通りが混ざっていますので、理解の助けにしてください。

問5のグラフは、時間軸、温度軸の必要な値を記入し、一定の割合で増加していることがわかるように記入しているところを確認しました。状態Bでの温度も記入する必要があります。なお、本問では体積が一定に増加しますが、半径の増加の仕方をグラフにしたらどうなるでしょうか。

■採点講評

よくできている受験者とそうでない受験者の得点差が見られました。

ア の空欄は、マイナスをつけたものが散見されました。分子が壁に与える力積を問われているので、正の値でなければなりません。エ ・ オ ・ カ の空欄は、 $\langle v^2 \rangle$ を使って解答することが必要です。 v^2 あるいは $\langle v \rangle^2$ では意味が異なってきますので、不正答です。

問5のグラフは、直線であることをほとんどの受験者が理解していたようですが、原点を通過してしまっている解答がおよそ半分ありました。温度が0になることはありません。Bの状態での温度は問題文では与えていませんので、 T_B などの文字は使わず、 $(r_B^3/r_A^3)T_A$ と記入する必要があります。

気体分子運動論は、途中で間違えると続けて不正答になってしまう問題になりますが、最終的な結論を理解していれば、途中でのミスに気づくことができるはずです。熱の分野は、力学・電磁気学の分野に比べて後回しにされがちですが、まとめて理解しやすい分野ですので、得意分野にしやすい分野ともいえるでしょう。