

## 物 理

### I

#### ■出題のねらい

力学の基本的事項である単振動、等加速度運動についての理解度をみました。また、エレベーターの運動中に小球がエレベーターの中で単振動したときの現象を物理的にきちんと捉えることができるか問いました。

#### ■採点講評

この大問 I の (1) と (2) は、基本的な問題で構成され、教科書の内容を理解できていればすべて正答が導けたはずです。(3) については、問10の周期の問題の正答率が約 5 割で、問 9、問11と問12は約 2 割でした。受験生の 5 人に 1 人は、この (3) の問題の物理的な意味をきちんと理解できていたと思います。大問 I 全体の受験生の得点率は約 5 割でした。

問 4 の小球の  $x$  座標と加速度  $a$  の関係のグラフを求める問題ですが、教科書の単振動の単元のところには、必ず  $x$  と  $a$  との関係が書かれていると思います。式で理解しておくことも大事ですが、運動のイメージをもつことも重要です。問 6 と問 7 は等加速度直線運動の公式を使って求めることができますが、文字式の添え字を付け忘れていたために得点できなかった受験生も散見されました。問 7 はグラフの直線部分から速さを計算するのではなく、 $0 < t < t_1$  の等加速度直線運動のところから速さを求めるので、戸惑った受験生もいたかもしれません。

(3) では、エレベーターの運動の変化とともに、単振動する小球の振動の中心が変化することが理解できれば正答を導くことができたと思います。 $0 < t < t_1$  のときに、エレベーターが加速するとき、エレベーターの中の観測者から小球を見たときには、小球には慣性力がはたらくため、振動の中心（つりあいの位置）が、 $x = -A_1$  に存在することになります。 $t_1 < t < t_2$  のときに、エレベーターが等速で運動するときは、小球の振動の中心が再び  $x = 0$  に戻ります。問13の速さの最大値は力学的エネルギー保存則を用いて解けますが、 $x = 0$  のつりあいの位置を重力による位置エネルギーの基準点にとれば、複雑な計算を必要とせず、簡単に正答を導くことができます。(3) では空欄の解答用紙も見られました。応用問題もトライできる物理の力を身につけて、受験に臨んでほしいと感じました。

## II

### ■出題のねらい

電磁誘導の基本的な理解を問う問題です。前半はごく一般的な問題で、磁束の変化により閉回路に発生する起電力についての問題です。後半は「アラゴの円板」を題材として、磁石の運動に伴い生じる渦電流における力について問いかけた問題です。

前半分は教科書の例題レベルの問題で磁束の変化と起電力の関係を問いかけ、結果として生じる電流の値をグラフに描くことを求めています。

後半分の渦電流に関する問題も、ほとんどすべての教科書に載っている項目ですが、電磁誘導で渦電流が流れた物体と磁石の間にはたらく力を改めて筋道立てて考えてもらう意図で出題しました。

基本的な電磁気学の知識はもちろんですが、筋道立てて考える力を問うています。そのために、記号を正しく用いることができているかもチェックし、結果を正しくグラフに描くことができるかも問うています。

### ■採点講評

正答率はおよそ6割弱と比較的よくできていたと思います。グラフで与えた磁束密度変化を基に起電力を求めらるうえで、起電力とその結果流れる電流との区別が不明瞭なままであったり、問題文にない記号を用いたりするなど問題の状況の理解不足であったり、何が要求されているかが不明瞭な解答も見受けられました。記号に関しては、変数と定数の区別が不明確である受験生もかなり見受けられ、注意深い記号の取り扱いを意識してほしいと思いました。

後半では、磁束変化とその結果生じる起電力に基づく渦電流の向き、そして磁石との間にはたらく力に関して整合性の取れていない解答もかなり見受けられました。

式の単なる暗記ではなく、問題文を正しく読み解き起こっていることを論理的に考えて解答をする力を身につけてほしいと思いました。

### III

#### ■出題のねらい

陰極線（電子）を照射された金属から発生する X 線に関する基本事項を確認し、回折によって波が強め合う条件の理解度を確かめました。更に、直交する 3 方向に並ぶ原子によって回折した X 線が空間内で強め合う様子をイメージしながら計算を進める力をみました。

#### ■採点講評

問 1 は式①に基づいた説明が必要です。この式だけ見れば、左辺の値は最大で  $2d$  ( $\alpha=0$ 、 $\alpha_0=\pi$ ) ですから、 $\lambda > 2d$  であれば、 $|n| < 1$  となります。しかし  $n$  は整数ですから、 $n=0$  と決まります。このとき X 線は真すぐに進んで結晶を通り抜けます。即ち、回折は起きません。

問 2 は、 $n=3$  に対する解が存在すると同時に、 $n=4$  に対する解は存在しないことが必要です。 $\cos\alpha_0=0$  ですから  $\cos\alpha = n\lambda/d$  となり、条件は

$$\frac{3\lambda}{d} < 1 \quad \text{かつ} \quad \frac{4\lambda}{d} \geq 1$$

となります。後者の条件を忘れていた解答が多くありました。

ここからは、図 2 に示したように、強め合う方向が原子の並びを軸とする円錐の側面をつくることをイメージすることが重要になります。問 3 はよくできていましたが、問 4 は正答率が極端に低かったです。ポイントは、円錐と蛍光板の位置関係です。 $x$  軸と  $y$  軸は蛍光板と平行ですが  $z$  軸は蛍光板に垂直です。円錐を軸に垂直に切れば、切り口は円です。

問 5 の計算問題は、問題文中に書いたように、式①、②、③から  $\cos\alpha$ 、 $\cos\beta$ 、 $\cos\gamma$  を求めて式④に代入すればよいです。よくできていましたが、符号のミスに気をつけましょう。

問 6 はこれまでの問題を解くことで答えられると期待していたのですが、あまりできていませんでした。問 5 で具体的にみたように、結晶で回折した X 線が強め合うのは特定の向きで、かつ入射 X 線が特定の波長をもつ場合です。そのため波長の決まっている特性（固有）X 線では回折して強め合う可能性が極めて低いです。それに対して、連続 X 線は連続的に変化する色々な波長  $\lambda$  を含むので、X 線が回折して強め合う可能性が極めて高くなります。

この問題を見たとき、難しそうだと感じたかもしれません。しかし、特殊な知識や計算手法は必要ありません。対処方法としては、常日頃からよく考え、理解を深める勉強を続けることです。