

I

■出題のねらい

ばねに関する3つの小問を通じて、静的問題から動的問題に至る力学の基本事項を問いました。動的問題として(1)等加速度運動、静的問題として(2)力の分解とつりあい、(3)力とモーメントのつりあいに関して理解度と計算力を問いました。

■採点講評

(1)の問1はエネルギー保存の法則、問2～4はあらい水平面上の等加速度運動に関する基本的な問題で、よくできていました。問5は摩擦力によって物体が静止するまでの移動距離に関する問題で、教科書や問題集でもよく出題されますが、不正答の受験者が比較的多かったです。(2)はばねの弾性力と物体の重力に関する問題で、水平および垂直方向のつりあい式からばねの弾性力を求める問7やフックの法則を用いてばねの伸びを考える問8は比較的良好にできていました。しかし、力を図示する問6の正答率は予想に反して低かったです。特に、力の大きさを矢印の長さとして正しく図示できていない解答が多くみられました。(3)は直列と並列につないだばねに関する問題で、力とモーメントのつりあい式中にある空所「ア」、「イ」の正答率は比較的高かったです。問9と空所「ウ」では、計算力を問いました。問9では、力とモーメントのつりあい式からそれぞれのばねの伸びを求め、それらが等しいとする条件式から解答が導けますが、正答率は低かったです。また、空所「ウ」では、ばねの弾性力から伸びを求め、直列と並列につないだ場合の物体の変位が比較しやすいように数式を変形する問題でしたが、正答率は最も低かったです。

日常の学習において、数式を暗記するだけの学習ではなく、数式やグラフが意味することをよく考え、数式を正確に処理できる能力を身に付けるように心掛けてください。

II

■出題のねらい

均一でない磁場中を運動するコイルを通じて、誘導起電力、コイルが磁場から受ける力、さらには、仕事とエネルギーの関係を問いました。

■採点講評

問1～4までは全体的によくできていました。問1、2では直線電流がつくる磁場の形状と向きをイメージしつつ、磁束密度の大きさを式で表すことができるかを問いました。問3は、誘導起電力が外部から与えられた磁束の変化を打ち消す向きに生じるというレンツの法則を理解しているかを問いました。誘導起電力によって生じた電流と直線電流がつくる磁場との相互作用によってコイルの辺WXおよび辺YZに力が生じますが、その向きを立体的に理解する必要があります。

問5～7は正答率が低かったです。最も大事な点は、磁束密度の大きさが直線電流から遠ざかるほど小さくなること、上下方向には大きさが変化しないことの2点です。問5は、コイルが全体として磁場から受ける力($\vec{F}$)の向きと大きさを問います。まず、辺XYおよび辺ZWにはフレミングの左手の法則により、それぞれ上向きおよび下向きに力が生じることがわかります。しかし、上下方向に磁束密度は変化しませんので、これらの力は打ち消しあって、コイルは全体として上下方向の力を受けません。一方、辺WXおよび辺YZにはすでに問4で解答したようにそれぞれ右向きおよび左向きの力が働き、かつ辺WXの位置における磁束密度の方が大きいので、 $\vec{F}$ は右向きとなります。また、その大きさは、 $B_1 > B_2$ であることに注意して、 $i(B_1 - B_2)l$ としなければなりません。問6は誘導起電力について問います。辺XYと辺ZWには誘導起電力が生じません。辺WXと辺YZに生じる誘導起電力は向きが逆なので、コイル全体に生じる誘導起電力(=誘導起電力の総和)はそれらの大きさの差となり、 $v(B_1 - B_2)l/R$ と表されます。問6の空所「ウ」を問5の式に代入することにより、コイル全体として磁場から受ける力が求められ、問7の正答となります。なお、問5～7で、記号 B_1 、 B_2 を使わず、直線電流からの距離で磁束密度を表した場合も正答としました。

問8の空所「エ」はよくできていましたが、空所「オ」は誤答が多かったです。コイルが磁場から力を受けながら一定速度で移動していることは、コイルを移動させる外力(大きさ F_0 とする)が存在することを意味します。この外力は、コイルが等速運動をしていることから、磁場から受ける力 $\vec{F}$ とつり合っています。つまり、 F_0 を求めれば、 $\vec{F}$ の大きさがわかります。そして、外力のなした仕事はすべて誘導電流によるジュール熱に変換されます。そこで、 $Ri^2 = F_0 v$ が成り立ち、 $\vec{F}$ の大きさが求められます。

III

■出題のねらい

半円プリズムと弦の振動を通して、波動の基本的事項について問いました。また、圧力や仕事の計算などの熱力学の基本知識について問いました。

■採点講評

基本問題が多かったので、全体の正答率は高く、約60%でした。

(1) は半円プリズムを用いた屈折率の式についての問題です。問1の屈折率の定義式がきちんと書けていない解答が多くみられました。問2は応用問題ですが、屈折率の定義と三角比を用いると、簡単に解くことができます。これも正答率は高くありませんでした。

(2) は弦の振動を題材にした問題で、問3、4はよくできていました。波長を0.8mとしたため、速さを40m/sとした誤答もみられました。まず、波長とはどの部分の長さを指しているのか理解しておきましょう。問5の次元解析はよくできていて、正答率は約80%でした。問6は文章を読んで論理的に考える力をみました。速さ、周波数、波長のそれぞれがどのように変化したかを、順を追って理解することが重要です。

(3) は熱力学の基本的な問題です。問7、8は必ずできるようにしておきましょう。圧力の定義式、気体の状態方程式は熱力学の基本です。問8は問題文中の内部エネルギーの説明に惑わされたのか、 $\frac{2}{3}$ という係数がついた誤答が多くみられました。問9、10は定圧変化の問題であることを理解することが重要です。問9の体積変化は $2V$ ですが、 $3p_A V$ という単純に状態Bの体積を代入しただけの誤答もみられました。問10はこの大問の中で最も正答率が低かったです。熱力学第1法則を用いた計算は、教科書の基本問題にも出てくるので、必ずできるようにしておいてください。ただし、この問10については、定圧モル比熱を用いた熱量の式からも計算することができます。

物理の現象を理解するうえで、基本知識を把握しておくことは重要です。教科書でこれらの知識をしっかりと理解しておいてください。数値計算問題もできるようにしましょう。