



東北大学

令和7年度 一般選抜入学試験 個別学力試験 出題意図

(理科・物理)

前期日程

大問 1

・出題意図

いくつかの基本的な運動を組み合わせた設定を題材として、力学の基本が身についているかどうかを問う問題です。具体的には、斜面上でばねから力を見る小球の運動からはじめて、斜面上の等加速度直線運動、鉛直面内の円運動、放物運動、弹性衝突、摩擦力を受ける小物体の運動を取り上げました。力の分解、垂直抗力、向心力、摩擦力、力学的エネルギーと運動量の保存、仕事と力学的エネルギーの関係といった基本的な概念の理解を問題にしています。状況の変化に応じて運動の全体像を正しくイメージし、複数の力学法則を適切に組み合わせて考察する能力を測定できるような問題を目指しました。

・講評

問 (1) 力学的エネルギーの保存、垂直抗力、円運動の向心力、放物運動の理解を確認するための基本問題です。

- (a) 力の分解とフックの法則を用いてばねの縮みを求める問題です。高い正答率でした。
- (b) エネルギー保存の法則を用いてばねが自然長に戻ったときの小球の速さを求める問題です。指定された記号で答を表していない解答が多く、正答率は中程度でした。
- (c) エネルギー保存の法則を用いて小球が斜面の上端に達したときの速さを求める問題です。高い正答率でした。
- (d) 円運動の向心力と垂直抗力を用いて小球が台から離れるための条件を求める問題です。高い正答率でした。
- (e) 斜方投射された小球が特定の点に到達するための条件を求める問題です。斜方投射の初速度、到達距離の誤りや 問(1)(c) の解答を正しく利用できていない解答が見られ、正答率は中程度でした。

問 (2) 衝突、摩擦力、仕事と力学的エネルギーの関係、および問(1)で扱った内容の総合的な理解を問う問題です。

- (a) 運動量保存の法則と反発係数の式を用いて衝突直後的小球と小物体の速さを求める

問題です。正答率は中程度でした。

(b) エネルギーと仕事の関係を用いて動摩擦力を受ける小物体の移動距離を求める問題です。正答率は中程度でした。

(c) 衝突後的小球が台に接したまま台の最も高い位置に戻るための速さの範囲を問う問題です。必要な最小の速さはエネルギー保存則から、最大の速さは問(1)(d)と同様に円運動の向心力と垂直抗力から求めることができます。これらの条件を整理して記述できていない解答が多く、正答率は低めでした。

(d) 解答 (お)

衝突後的小球が台に接したまま到達できる高さを小物体の質量の関数として表すグラフを選択する問題です。質量が小さい場合はグラフが直線とならない理由、中間的な場合は小球が台に接したまま台の最も高い位置に達すること、大きい場合は斜面が曲面に変わることで台から離れるとの説明が必要です。これらすべての要素を記述して正しく解答できた答案は少数でした。

<全体を通して>

時間とともにさまざまに変化する運動を扱った問題ですが、それぞれの運動は基本的なものであり、誘導に従いながら順を追って丁寧に解き進めていくことで正答にたどり着けるはずです。力の分解や円運動、斜方投射の問題では図を描いて考える能力も求められます。問(2)では、小球が台に接したまま到達する位置を複数の条件を組み合わせて記述することが難しいかもしれません、小球の速さが遅い場合、速い場合のそれぞれについて運動の様子が予想できれば、その原因を考えることで立式につなげられるはずです。物理では、式の意味を具体的なイメージと対応させながら学習に取り組むことが重要です。式のみを列記するのではなく、それらの意味や論理関係を簡潔に記述し、読む人にとってわかりやすい答案の作成を目指してください。

大問 2

・出題意図

電気と磁気の単元で取り扱う電流や磁場、それとともに力の発生などは目には見えないため、視覚化して思考する力や概念の理解力が試されます。この問題では、抵抗、もしくはコンデンサーを含んだ回路が磁場中を落下する現象を題材としています。はじめに抵抗がある回路の落下について、次にコンデンサーが接続された回路の落下について、それぞれ各時間での運動や力、エネルギー変化を取り上げました。単なる知識の確認ではなく、電磁誘導の基本法則を理解し、それを力学やエネルギーの基本概念と結びつけて、複雑に見える現象をシンプルな体系に置き換えて考える能力を測定できるような問題を目指しました。

・講評

問 (1) 磁場中を落下する抵抗のある回路を対象とした電磁誘導の典型的な問題です。回路は磁場内に入ったときに減速しはじめます。

- (a) 回路が磁場に入ったときの落下速度、電流の大きさと向きを問う問題です。高い正答率でした。
- (b) 回路が減速をするための条件を問う問題です。重力と電流が磁場から受ける力を比較すれば良いことに気がつくことを期待しました。正答率は高めでした。
- (c) 回路全体が磁場中に入ったときの速度を問う問題です。力学的エネルギーの減少分が発生したジュール熱であることから導出することができます。正答率は中程度でした。
- (d) 回路全体が磁場中に入った後の速度変化に必要な時間を問う問題です。ここでは重力だけがはたらくので等加速度直線運動の式から導出することができます。正答率は中程度でした。

(e) 解答 (あ)

電流の大きさの時間変化のグラフを選択しその理由を記述する問題です。物理現象をイメージとしてとらえられていることを求めています。正答率は中程度でした。

問 (2) 先ほどの回路の抵抗をなくし、代わりにコンデンサーを取り付けた回路を対象とした問題です。回路の下辺ははじめ磁場の存在する領域の上端にあります。

- (a) 回路が磁場の中をある速度で落下しているときのコンデンサーに蓄えられている電気量を問う問題です。正答率は高めでした。
- (b) 回路が落下するときの加速度を問う問題です。回路が一定の加速度で落下することをヒントとして付け加えました。電流と電気量の関係を理解し、運動方程式と組み合わせられるかを問う問題です。正答率は低めでした。
- (c) 指定された位置でコンデンサーに蓄えられている静電エネルギーを問う問題です。力

学的エネルギーと静電エネルギーが保存されることから導出できます。低い正答率でした。

<全体を通して>

回路が磁場中を落下する現象を題材として、目に見えない電気と磁気と力の関係の理解度を問う問題です。目に見える落下という運動の要素が加わることで、それらが相互に作用しあうことをイメージしながら、基礎的な法則を適切に適用できる能力が試されます。公式や数式を当てはめているだけであることがうかがえる解答が目立ちました。そのような解答の多くは式の列記に終始し、論理関係がほとんど記述されていないものでした。落ち着いて状況を理解し考察して、答案を読む人が理解できる丁寧な答案の作成を目指してください。

大問 3

・出題意図

熱力学では気体の状態変化を通じて熱を力に変換する過程を理解することが重要です。この問題は、ばねにつながれたピストンで区切られたシリンダーに封入された気体の状態変化を取り扱っています。ばねの変位と各空間の気体の圧力の関係に基づき、気体の圧力変化や温度変化を求めます。それぞれの過程が基本的な気体の状態変化である定積過程、等温過程、断熱過程のどの過程であるかを見抜き、気体に加えられた熱で温度や圧力が変化する過程を理解する力を試しています。

・講評

問 (1) ばねの力がピストンに作用する状況における各空間の気体の状態を問う問題です。

(a) 空間 A の気体の圧力を求める問題です。ピストンで区切られた空間の体積を理想気体の状態方程式に代入することで求めることができます。高い正答率でした。

(b) 気体の圧力による力とばねによる弾性力の関係を求める問題です。高い正答率でした。

(c) ピストンが特定の位置にあるときの空間 B の温度を求める問題です。力のつり合いを用いることで空間 B の温度を空間 A の温度で表記することができます。正答率は高めでした。

問 (2) 空間 B の気体を加熱し、圧力を増加させることで、ピストンを移動させる過程を問う問題です。

(a) 加熱により変化した気体の温度を求める問題です。定積過程で加熱されていることを見抜き、加熱量が定積モル比熱と温度変化の積で表されることから求めます。正答率は高めでした。

(b) 加熱による気体の圧力変化を求める問題です。気体の温度変化と圧力変化の関係を理想気体の状態方程式から導くことで求めます。正答率は低めでした。

(c) 気体の内部エネルギーの変化を求める問題です。空間 A の気体は等温変化することから求めます。正答率は低めでした。

(d) 状態変化後の気体の圧力を求める問題です。断熱変化による状態変化であることから求めます。正答率は中程度でした。

(e) 空間 B の気体に加えた熱量を求める問題です。ばねが自然長の位置で静止したことから、両空間の気体の圧力が等しいという条件を用いて求めます。非常に低い正答率でした。

(f) ピストンの位置とばねの支柱の移動量の関係を求める問題です。ピストンの位置によって変化する気体の圧力による力とばねの弾性力のつり合いから求めます。非常に低

い正答率でした。

＜全体を通して＞

ばねが作用するピストンによって区切られた2つの空間の気体の状態変化が題材となっており、一見複雑に見えますが、各状態における気体の状態変化の種類に着目し、定義や関係式を適用することによって正答にたどり着けるはずです。問(2)(c)および(d)では、気体がそれぞれ等温変化および断熱変化することを見抜くことで正答できます。問(2)(e)および(f)についても、ピストンにかかる力のつり合いと各空間の気体の状態方程式を適切に連立することで導出することができます。単純に公式に当てはめるのではなく、問題文で示されている状況を適切に理解することが重要です。

大問 1

・出題意図

斜面に沿って設置されたばねと、ばねに接続された小物体の運動を題材として、力学の基本が身についているかどうかを問う問題です。具体的には、摩擦のない斜面においてばねにつながれた小物体に重力がはたらく場合の運動、摩擦のある斜面においてばねにつながれた小物体に重力と摩擦力がはたらく場合の運動、回転運動する斜面においてばねにつながれた小物体に重力と遠心力、および、重力と摩擦力と遠心力がはたらく場合の運動を取り上げました。単振動、力学的エネルギーの保存、摩擦力、遠心力といった基本的な概念の理解を問題にしています。状況の変化に応じて運動の全体像を正しくイメージし、複数の力学法則を適切に組み合わせて考察する能力を測定できるような問題を目指しました。

・講評

問（1）摩擦のない斜面におけるばねにつながれた小物体の運動の理解を確認するための基本問題です。

- (a) 摩擦のない斜面上の小物体にはたらく重力の斜面方向成分とばねの弾性力との関係を問う基本的な問題です。高い正答率でした。
- (b) 摩擦のない斜面上で単振動する小物体の周期を求める基本的な問題です。高い正答率でした。

問（2）摩擦のある斜面におけるばねにつながれた小物体の運動の理解を確認するための問題です。

- (a) 斜面上の小物体にはたらく重力、ばねの弾性力と摩擦力との関係を問う基本的な問題です。高い正答率でした。
- (b) 斜面上の小物体にはたらく重力、ばねの弾性力と摩擦力との関係から小物体が静止したままの状態となる範囲を求める問題です。静止し続ける状態での摩擦力の最大値が最大静止摩擦力になること、摩擦力がはたらく向きとばねの弾性力がはたらく向きの関係が理解できれば、静止したままの状態となる範囲を正しく求めることができます。高い正答率でした。
- (c) 力学的エネルギーと仕事（位置エネルギー、ばねに蓄えられた弾性エネルギー、摩擦力がした仕事）の関係を用いて、運動終了時的小物体の位置を条件に、運動開始時的小物体の位置を求める問題です。運動中の小物体にはたらく摩擦力がした仕事を使うので、動摩擦係数を用いて計算する必要がありますが、一部に静止摩擦係数と混乱した答案が見られました。正答率は中程度でした。

問 (3) 遠心力がはたらく場合の、摩擦力の有無と斜面における小物体の運動を問う問題です。

- (a) 摩擦のない斜面上の小物体にはたらく重力、ばねの弾性力と遠心力との関係から、垂直抗力が正の状態になる角速度の条件を問う基本的な問題です。正答率は高めでした。
- (b) 摩擦のない斜面上の小物体にはたらく重力、ばねの弾性力と遠心力との関係から、ばねが伸び続けることのない角速度の条件を問う問題です。ばねが伸び続けることがない状態を、どのように表現したらよいかわからずに解答できなかった答案が一部に見られました。遠心力と重力の斜面方向成分とばねの弾性力の合力が小物体の位置によらず正にはならないことを条件として、角速度の条件が求められます。正答率は低めでした。
- (c) 摩擦のない斜面上の小物体にはたらく重力、ばねの弾性力、遠心力の関係から、斜面上で静止している小物体の位置を問う問題です。正答率は低めでした。
- (d) 摩擦のある斜面上の小物体にはたらく重力、ばねの弾性力、摩擦力、遠心力の関係から、斜面上で静止している小物体の位置を問う問題です。問(3)(a),(b),(c)および小物体の静止位置をふまえて、力のつり合いの式における摩擦力の符号を正しく把握できれば、正答が得られます。複数の力が組み合わさっているため、計算中に、必要な力を見落としてしまう答案が見られました。低い正答率でした。

＜全体を通して＞

斜面上の小物体にはたらく重力、ばねの弾性力、摩擦力、遠心力について、正しく理解できれば、力のつり合いや力学的エネルギーと仕事の関係などの力学の基本的な知識で正答にたどり着ける問題でした。問題が進むごとに、はたらく力の条件が少ない状態から多い状態に徐々に誘導されていることに気がつけば、問われている力学の知識はいずれも基本的で難しくはありません。一部に三角関数を取り違えている答案が見られましたが、普段の学習から、式のみを列記するのではなく、図を用いて力がはたらく向きをイメージしながら運動の様子を記述することで、答案のミスを発見しやすく、読む人にとってもわかりやすい答案になることを理解することが重要です。

大問 2

・出題意図

直流回路と交流回路を題材として、電磁気学の基本が身についているかどうかを問う問題です。具体的には、抵抗、コイル、コンデンサーを含む並列回路において、極板間距離を変えられるコンデンサーの特性と、電荷保存、エネルギー保存の法則を扱いました。前半の直流回路では、コンデンサーの容量変化と電気振動におけるエネルギーのやりとりについて出題し、後半では交流回路におけるコンデンサーやコイルの電流と電圧の関係、共振現象を取り上げました。抵抗、コイル、コンデンサーの基本特性、電気振動、電流と電圧の位相の関係といった基本的な概念の理解を測ることを意図しています。回路の構成の変化に応じて生じる現象を正しく把握し、電磁気学の基本法則を適切に応用して考察する能力を測定できるような問題を目指しました。

・講評

問 (1) 極板間距離を変えられるコンデンサー、コイル、抵抗と直流電源で構成される回路の振る舞いについて問う問題です。

- (a) コンデンサーの極板間距離を変えたときの電気容量の変化を求める問題です。高い正答率でした。
- (b) コンデンサーに蓄えられた静電エネルギーを求める問題です。高い正答率でした。

問 (2) 問(1)と同じ回路において、初期状態として電荷を蓄えた2つのコンデンサー、抵抗、およびコイルで構成される回路の振る舞いについて問う問題です。

- (a) コンデンサーの極板間距離を変えたときの極板間の電位差を求める問題です。高い正答率でした。
- (b) 2つのコンデンサーの電荷保存と電圧がつりあう条件を用いて各コンデンサーに蓄えられた電気量を求める問題です。正答率は高めでした。
- (c) 状態1から状態2にいたるまでに抵抗で発生したジュール熱を求める問題です。状態1と状態2における2つのコンデンサーが持つ静電エネルギーを求め、エネルギー保存則を用いて、その差からジュール熱を求めることができます。正答率は中程度でした。
- (d) 初期状態として電荷を蓄えた2つのコンデンサーとコイルの間に生じる電気振動において流れる電流の最大値を求める問題です。2つのコンデンサーは電荷保存のために完全には放電できないことに注意が必要です。電気振動において2つのコンデンサーとコイルがやりとりするエネルギーの大きさが問(2)(c)で求めたジュール熱に等しいことがわかれば求めることができます。非常に低い正答率でした。

問 (3) 極板間距離を変えられるコンデンサー、コイル、抵抗と交流電源で構成される回

路の振る舞いについて問う問題です。

- (a) コンデンサーを流れる電流と電圧の位相の関係について問う問題です。正答率は中程度でした。
- (b) 並列回路であることとコイルを流れる電流と電圧の位相の関係について問う問題です。低い正答率でした。
- (c) 抵抗で消費される平均の消費電力が 0 であることとキルヒ霍ッフの第一法則から電流 I_1 と I_2 の和が 0 になることがわかります。このことを用いてコンデンサーの極板間距離を求める問題です。低い正答率でした。
- (d) キルヒ霍ッフの第二法則よりコンデンサーとコイルの並列回路における電圧降下が交流電源の起電力に等しいことを使って、コンデンサーに流れ込む電流の最大値と交流電源との位相差を求める問題です。非常に低い正答率でした。

<全体を通して>

直流回路および交流回路における抵抗、コイル、コンデンサーの特性について理解を確認する問題です。スイッチの切り替えやコンデンサーの極板間の距離が変わることによって回路の状況設定が変化する問題ですが、電荷保存則、エネルギー保存則、キルヒ霍ッフの法則を用いて丁寧に解き進めることによって正答を導くことができます。電気振動を問う問(2)(d)、および交流回路に関する問(3)は低めの正答率でした。エネルギーや電荷といった保存量を正しく見積もるとともに、抵抗、コイル、コンデンサーの特性に関してしっかりと理解することが重要となります。物理法則に基づいて抵抗、コイル、コンデンサーの特性とその組み合わせによって生じる現象を理解することで、複雑な状況設定においても物理現象の本質を見抜くことができる力を養うことを期待しています。

大問 3

・出題意図

三角プリズムを用いた光の基本現象について問う問題です。三角プリズムに入射した光の屈折現象からはじまり、多くの三角プリズムによって生じる光の集光条件、さらに、進行方向の違いによって生じる干渉現象に関する題材を取り上げました。三角プリズムの設置状況に応じて変化する光の屈折や干渉について、設定条件を正しくイメージし考察する能力を測定できるような問題を目指しました。

・講評

問 (1) 三角プリズムを用いた光の屈折と集光に関する理解を問う問題です。

- (a) 空気中から三角プリズムへ光が入射し屈折する際の角度と屈折率の関係を問う問題です。高い正答率でした。
- (b) 三角プリズム中を進む光の角度の関係性を問う問題です。高い正答率でした。
- (c) 入射した光が三角プリズム中を進んだ後、出射し到達する位置が、三角プリズムの頂角と屈折率および高さとどのような関係性をもつかを問う問題です。出射角を正しく記述できていない解答が多く、正答率は中程度でした。
- (d) 5つ並べた三角プリズムでそれぞれ屈折した光を集光するためには、三角プリズムの頂角にどのような関係性を必要とするのかを問う問題です。正答率は低めでした。
- (e) 5つの三角プリズムを水中につけることで変化する集光点の位置関係から三角プリズムがもつ屈折率を求める問題です。屈折する角度が水中ではどのように変化するかを正しく理解する必要があります。低い正答率でした。

問 (2) 上下に並べた2つの三角プリズムを用いた光の干渉について問う問題です。

- (a) 上下に並べた三角プリズムでそれぞれ屈折した平面波の光がスクリーンに到達しますが、その際に生じる光路差と波長との関係性から生じる干渉縞の明線の位置を問う問題です。平面波とは異なる光の干渉条件を用いている誤りが見られ、低い正答率でした。
- (b) 2つの三角プリズムの前に設置した透明な容器に入れた理想気体の屈折率について問う問題です。正答率は低めでした。
- (c) 理想気体の屈折率によって生じる上下の入射光の光路差が干渉縞の位置にどのような影響を与えるのかを問う問題です。非常に低い正答率でした。

問 (3) 上下に合計4つ並べた三角プリズムを用いた光の干渉について問う問題です。

解答 (か)

問(2)(a)で考察した光の干渉条件から4つの三角プリズムからの光がすべて強め合う位置がわかります。暗線の位置は4つの三角プリズムのうちの2つからの光が弱めあう

条件から求めることができます。2つの三角プリズムの組み合わせが2種類あることに気づくことができれば正答が得られます。非常に低い正答率でした。

<全体を通して>

光の基本的な性質である屈折について問う問題から、干渉現象に発展させた問い合わせました。三角プリズムを用いたため一見すると複雑な問題設定に見えますが、問(1)では、光の屈折の基本法則を用いれば光の入射と出射の関係性から解答を導くことができます。問(2)では、平面波の進行する方向の違いによって光路差が生じて干渉がおこることを理解している必要があります。問(3)は少々複雑ですが、干渉の様子を深く考察することで、解答に辿り着くことができます。力学・電磁気学・熱力学のみならず波動の分野についても深く理解し、論理的な思考ができるこことを期待します。

○志願者へのメッセージ

物理は自然現象の中にある普遍的な基本法則を見いだし、その法則を用いて、対象となる現象を理解・説明する学問です。物理の学習においては、物理現象に対する明確なイメージを持ち、それを論理的に考察する必要があります。具体的には、状態を図示する能力、現象をグラフに表現する能力、計算によって答えを導出する能力などが必要となります。また、普遍的な法則を観測事実に基づいて探究するために、現象を単純化して見つめることが必要です。そのためには、しばしば小さい量を無視する近似を行うことが有効です。

物理の入試問題を解くにあたっては、それまでに学習してきた問題の中から類似したパターンのものを探し、その解法を当てはめようとしがちです。大学入学試験対策のために、多くの問題を解くことが重要なのは間違いありません。しかし、物理の問題を暗記とパターン認識だけで解くことはできません。また、そのやり方では物理の面白さを知ることもできないでしょう。

物理の問題には必ず対象となる物理現象があります。問題を解く際には、物理現象を具体的にイメージしながら解くように心がけてください。物理現象は、図やグラフを描くことでイメージしやすくなります。法則（公式）を単に暗記するのではなく、その意味を理解してください。そうすることで、問題を解くのに必要な法則がどれであるか、自ずと見えてくるはずです。常に論理的に考えるよう心がけることで、問題設定の変化や、複雑な問題設定に対応できる力が養われるでしょう。

解答用紙の「考え方や計算の過程」は採点者に自分の考えを伝えるための場所です。数式を羅列するだけでなく、言葉や図などを使って、どのように考えてその結果を導いたのかが伝わるような記述を心がけてください。物理では、答えはもちろん、その答えに至る途中経過も非常に大事です。現象を正しくイメージできているか、どのような論理で答えに到達しようとしているかをぜひとも答案に表現してほしいと考えています。