

2026年度東北大学大学院理学研究科博士課程前期2年の課程一般選抜（地球物理学専攻） 筆記試験問題出題意図・講評

問題 番号	出題意図	講評
1	惑星の運動を背景とした中心力ポテンシャル中の質点の運動に関する問題です。前半は、ポテンシャルと力の関係、極座標系における運動の記述、角運動量保存則という古典力学における基礎事項の理解を確認しています。後半は、有効ポテンシャルを用いて質点の運動を1次元問題として記述・理解できるかどうかを問う問題です。典型的な問題を通して、基本的な概念の理解と物理的な思考力を測っています。	<p>(1) 中程度の正答率でした。符号のミスが多かったです。得られた数式と、ポテンシャルや力の場のイメージが結びついていれば、ミスに気づけたと思います。</p> <p>(2) 高い正答率でした。</p> <p>(3) ほとんどの答案で角運動量保存則が運動方程式から導かれることを理解しており、高い正答率でした。ベクトルの外積を理解していない答案が見られたのが残念です。</p> <p>(4i) 高い正答率でした。</p> <p>(4ii) 問題文に与えられたべき関数の描画という基本的な問題にも関わらず、中程度の正答率でした。</p> <p>(4iii) 低い正答率でした。(ii)で描画したポテンシャルを用いずに解答する答案が多く見られました。</p> <p>(4iv) 低い正答率でした。テーラー展開の計算途中で終わってしまう答案が目立ちました。前問までの結果や一次の項がゼロになることなどを使って効率的に計算して欲しかったです。</p> <p>(5) 典型的な問題ですが、白紙の答案が多く、非常に低い正答率でした。</p>
2	<p>等温膨張するときの仕事と熱[問(1)]、エントロピーの式[問(2)]、熱機関とその効率[問(3)]という、熱力学の基本的な内容を出題です。</p> <p>問(1)は、「準静的な」という条件がどのように関係するのかについて出題しました。問(2)は、<math>n</math>モルの場合としたのは、取り扱う物理量が示量変数なのかどうかを、1モルの場合より意識して導出する必要があるからです。問(3)では、オットーサイクルを取り扱い、最後にカルノーサイクルと効率を比較する〔問(3)(vi)]。カルノーサイクルがもっとも効率がよい熱機関であるということに関連した出題です。</p>	<p>問(1)(i)の仕事と熱については、高い正答率でした。ただし、仕事の符号を間違えている解答も多かったのもので、注意が必要です。問(1)(ii)の「準静的」という条件が意味するところの正答率は中程度でした。</p> <p>問(2)のエントロピーの式の導出は、導出の過程で出てきた項が果たして定数とみなせるかどうかの説明が不十分な解答が多く、正答率は中程度でした。</p> <p>問(3)の熱機関に関する問題は、小小問(i)のボアソンの式の導出は高い正答率でした。小小問(ii)～(iv)の正答率は中程度でした。物理量の大小関係〔小小問(iii)]を間違えると、<math>p</math>-<math>V</math>図、<math>T</math>-<math>S</math>図も正しく描けません。小小問(v)の正答率は中程度でしたが、未解答も多くみられました。小小問(vi)は、大半が未解答で、低い正答率でした。問題を手際よく解くためにも、代表的な熱機関にはどのようなものがあるのかや、それらの熱機関がそれぞれどのような特徴をもつのか、熱機関のどの過程で熱の出入りが生じているのか等を整理しておくとういことです。</p>

3	<p>粘性流体の古典的題材である円管内の流れ（ハーゲン・ポアズイユ流）について出題しました。支配方程式に関する理解や、一定の簡単化（定常性、非圧縮性、層流の仮定等）の下で管内の流れがどうなるべきかを前半で問い、後半では、それを実際に微分方程式で解けるかを問いました。</p>	<p>ベルヌーイの定理を用いようとしてつまづいた解答者が多くいました。結果、小問(1),(2)の正答率が低く、この誤解が最後まで響いたように見える答案が少なからずありました。問題文を良く読み、問われている系や条件を十分に踏まえた上で解きましょう。定常性や非圧縮性、オイラー微分とラグランジュ微分の違いなど、基礎的な事柄の理解が不十分であるように見える答案も散見されました。一方、「どうなるか」を示した上で論理的説明を求めた小問(3)(i)(ii)や、微分方程式の境界値問題として独立に解ける小問(3)(iii)(iv)の正答率は、中～高程度でした。</p>
4	<p>平板の周辺における静電場、静磁場、電磁波を題材として、ガウスの法則、アンペール・マクスウェルの法則、ファラデーの法則などの電磁気学の基本法則に関する理解度を幅広く測ることを意図して出題しました。</p>	<p>(1) 電場に関するガウスの法則を適用できるかを問う基礎的な問題でした。正答率は高かったものの、導出過程の記述が不十分な答案が目立ちました。</p> <p>(2) (i), (ii) 磁場に関するガウスの法則とアンペールの法則を適用できるかを問う問題でした。基礎的な問題であるものの、標準的な教科書では扱われない形式の問題だったためか、低い正答率でした。法則を適切に適用すれば、正答にたどり着ける問題です。見慣れた設定の問題はスラスラと解けるのに、見慣れない設定には対応できない受験生が多かったのは、残念でした。</p> <p>(3) (i), (ii) ファラデーの法則を用いて、真空中の電磁波の磁場成分と電場成分の振幅の関係を求められるかを問う問題、そしてファラデーの法則とアンペール・マクスウェルの法則とガウスの法則を組み合わせ用いて、導体における電信方程式を導出できるかを問う問題でした。見慣れた設定の問題だったためか、高い正答率でした。</p> <p>(iii), (iv) 導体における電磁波の表皮効果と反射の理解を問う問題でした。着手できなかったり、導出過程で計算ミスをしたたりする受験生が多く見られ、正答率は中程度にとどまりました。</p>

5	<p>波動関数, 固有値問題といった量子力学の基本的な概念を習得しているか (古典力学とはどう異なるのか), シュレーディンガー方程式の解法が理解できているかを問う問題です。調和振動子の問題を通して解析的に解くと同時に, 与えられる復元力によって粒子がどのように拘束されるのか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。</p>	<p>問 (1) x軸で一次元調和振動する粒子の運動の理解を確認するための基本問題です。シュレーディンガー方程式、ハミルトニアン、そして無次元化の置換方法が問題文中で与えられており、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。</p> <p>(i) 高い正答率でした。</p> <p>(ii) 調和振動子の波動関数は無限遠で発散してはいけないことから求めることができますが、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。</p> <p>(iii) 不確定性原理にふれる必要があり、正答率は中程度でした。</p> <p>(iv) 与えられた式から求められることができますが、正答率は中程度でした。</p> <p>(v) 式の意味を具体的なイメージと対応させながら考える能力も求められます。正答率は中程度でした。</p> <p>問 (2) 問 (1) の復元力に加えて、さらに外部電場が印加された場合の粒子の運動について問う問題です。</p> <p>(i) 高い正答率でした。</p> <p>(ii) 問(1)と同様にシュレーディンガー方程式を展開して求めることができます。無次元化する際の変数の対応関係を見抜く必要がありますが、正答率は低めでした。</p> <p>(iii) 公式や数式を当てはめるだけでなく、状況を適切に理解する思考力、物理現象を深く洞察する能力が重要です。正答率は低めでした。</p>
6	<p>円筒管に対して内側から圧力をかけたときの変形を題材として、弾性体力学に関する基礎的な知識と変形を求めるときの手順・考え方が身についているのかを測ることを意図して出題しました。</p>	<p>(1) 2次元直交座標系での平衡方程式を力の釣り合いから導くことを課した問題でしたが、記憶している方程式を導出なしに書いただけの答案が目立ちました。導出できたか、という観点では非常に低い正答率でしたが、方程式そのものは、ほとんどの受験生が正確に記憶していたようです。ただ、この問題では物体力は無視することになっているのに、物体力ありのまま暗記した式を答案に書いている受験生が少なくなかったのは、残念でした。</p> <p>(2)</p> <p>(i) 極座標における構成方程式を、問題が軸対称であることを用いて変形すればよかったのですが、中程度の正答率でした。</p> <p>(ii) (i)ができた受験生は(ii)も正答しています。</p> <p>(iii) 管の内外における圧力から応力成分についての境界条件を記述して、そこから2つの定数を求める問題でした。正しい方針で解こうとしているが、導出過程での計算間違いをした受験生が多く、中程度の正答率にとどまりました。</p> <p>(iv) 外周の長さの変化を求めるので、外周における接線方向のひずみを求めれば良かったのですが、それに気づいた受験生はわずかで、正答率は低かったです。</p>
7	<p>数学の基礎知識とその適切な活用力を問う問題です。具体的には、(1) ベクトル解析における微分・積分の基本的な計算に加えて変換や定理を適切に用いる力、(2) テイラー展開や三角関数・指数関数・虚数の性質を活用する力、(3) 波動方程式の典型的な問題設定を順を追って解く力、(4) 行列に関する成分表示や証明のための適切なアプローチを行う力などが問われています。</p>	<p>(1) はベクトル解析の問題で、ベクトルの微分・積分といった基本的な計算能力に加え、変換や定理を適切に活用する力が試されました。(i) は高い正答率でしたが、(ii) の楕円体上の積分は正答率が中程度で、特に楕円体の体積計算における誤答が目立ちました。座標変換を用いれば球の場合の公式から導くことができますが、不確かな記憶に基づいた式を用いたため誤答につながる例が散見されました。</p> <p>(2) ではオイラーの公式を題材に、テイラー展開や三角関数・指数関数・虚数の性質を適切に活用できるかが問われました。(i)(ii) ともに正答率は高く、基礎事項の理解が定着していることがうかがえました。</p> <p>(3) は1次元波動方程式の典型的な問題設定で、計算過程の多い偏微分方程式を順を追って解けるかどうかが焦点でした。(i)(ii) ともに正答率は中程度で、途中の係数や符号の誤りが正答率を下げる要因となりました。</p> <p>(4) は行列に関する基礎的な問題で、証明に必要な成分表示や行列を用いたアプローチが求められました。内容としては基礎的でしたが、着手率が低く、正答率も全般に低い結果となりました。</p>