学習論 - 理論と方法 - (No.2 物理学の学習の改善のために)

learning2-030417.tex

1 物理学の問題、物理的な現象を考えたときの一般的注意

1. 何がもっとも基本的な原理・法則であるかを常に考えること。例えば、物質とその運動の不滅性、各種の保存性(エネルギー、運動量、角運動量、など)。現象に関連する物質の構成単位は何か。
2. 力やものを擬人化して考えないこと：擬人法的解釈は人を誤解と混乱に導きやすい！
3. 理詰め思考(論理的思考)と直感的な洞察の両方を鍛えること
4. 物理学とはもともと抽象の上になりたっていること：科学はただ事実を積み重ねたものではない。事実は概念体系に組み込まれたときに、はじめて知識となる。

2 文字式について

科学の進歩は問題にじっくり合う理論的抽象化や記号法の発展と強く結びついていた：座標幾何学と微積分が完成して、はじめて古典物理学は発展できたし、相対理論と量子論は、非ユークリッド幾何学・フーリエ解析・行列計算などと連関がある。科学の発展の基礎は、化学式で語ることを発見した点にある。

3 問題の解法について

1. 問題の文章をよく読む
2. 問題に与えられている状況を略図に描いてみる
3. 基本的な法則は何かを考える
4. 問題に与えられている条件を数式で書いてみる
5. 明示的には与えられていない条件(例えば、地表周辺であること、摩擦抵抗を無視することなど)を考えてみる
6. 式を書き出して方程式を解く(その際、できるだけ式に番号をつける)
7. 結果をグラフに描いてみる
8. 別の解法がないか考えてみる、など。

4 文字式(数式)の計算実行についての注意

1. 与えられている文字式を理解できないときはより単純な形(例えば、一次元の場合)に書き直してみる
2. 物理量の次元(dimension)に注意すること：
式を整理するときは、できるだけ次元をそろえる 次元の異なる物理量どうしを加

減することはできない！（加減は同じ次元の量の演算であり、乗除によって新しい次元をもつ物理量がつくられる。）

3. 関係式の対称性を念頭におくこと
4. 式の中の主要項（大きな量）と微小項（微小な量）を識別すること
5. 文字記号の中で定数（常数）と変数を問題毎に区別すること
6. 計算の基礎的過程（途中の過程）は書写の間違いをしないように正確・精確に行う。
7. 最終結果を予め予想して式の変数を行う。例： $A = B$ という型の関係式の証明の方法は次の4つくらい考えられる。
($A - B = 0$) を示す。 A を変形して B に等しいことを示す。 B を変形し、 A に等しいことを示す。 A と B の両方を変形して両者が等しいことを示す。8) 求めた結果の中に（既知の）特殊な結果が含まれているか、どうかの吟味。9) = 記号のいくつかの意味：単なる記号として。恒等式として。定義として。代入操作として。演算操作として。

5 数値計算の実行について

1. 文字式の形でできるだけ簡略化、約分、整理をした後で具体的数値を代入して計算する
2. 普遍的な定数量などと単位は対応しているかどうかを吟味する
3. 符号は正しいかどうか点検する
4. 巾乗（指数）は正しいかどうかを確認する。そのためには、典型的な数値は大きさの大体の感じをつかんだ上で記憶しておくことが必要である
5. 有効数字は適当かどうかを判断する

6 わからない状態（段階）からわかる状態（段階）へ、いかにして“ 上昇・深化 ”するか

1. 文章を理解できないとき：略図を描いてみる、キーワードの前出箇所を探す、参考書の説明をみて考えるなど。
2. 数式を理解できないとき：清書してみる、前出箇所を探す、一次元の場合などに単純化してみる、式と式の間をできるだけ省略せずに計算してみるなど。
3. 例題、問題を解けないとき：ある程度の時間考えてわからないときは、解答を見ながら清書してみる、検討してみる（その後、手順1）、2）に従う。）
4. 自分の頭で正直に考えてわかる所とわからない所を区別して明記しておく。後で再度、三度わかるまで挑戦してみる。わからないことはなかなか書きづらいし、書き間違いやすい。逆にいえば、書くことによりわかることと、わからないことが区別されやすい
5. わからない所を先輩、友人や先生に質問する。
6. より易しい問題を解いて自信をつけて再度挑戦する。
7. 類似の問題を探して解答を比較検討し再び挑戦する。