

S ≡ シズタニアン

理論問題特集号

*~The Seeds turn into anything~*

Physics Challenge 2010



$S\Psi = \text{Logo} \Psi$

*@ Shizutani school,  
Okayama*

*2nd August, 2010*

# 理論問題第1問速報

- 第一問、
- ①: 等速円運動についての考察(問1~問3) → コリオリ力の表式の導出(問4~問6)
- ②: 気圧傾度力の概念の導入(問9)
- ③: ①と②を統合して地衝風の風速を求め、さらに実際の高気圧、低気圧の差異についての考察(問10~問13)
- という流れで、全ての小問が最終的に問13の考察につながるという一貫性のある設問であった。
- 問6、8、9は「~を示せ」という形式の設問で、1つの小問が解けなくても全体の流れは理解できるように配慮されていた。
- 問8と13はやや難。残りの設問は問題文を注意深く読んでいけばさほど難しくない。

# 出題者インタビュー ～第1問～

インタビュアー: 難波博之 深井洋佑

- 遠心力、コリオリ力などの円運動に関連する概念を正しく理解してもらうことを目指した。特に遠心力については日常的に経験する力だが、理解が混乱しやすい一面もある。コリオリ力も大気の流れといった気象現象を理解するために重要な力である。
- チャレンジャーには問題の前半部分(円運動の部分)を特に理解してほしかった。
- 芋ヅル式ミスを減らし、問題の最後の部分まで取り組んでもらうために、表式を与えてそれを導かせる問題を多めにした。
- 高校の物理では習わない概念も、既習の概念を使って文章の中で丁寧に説明することを心がけた。
- 力学の法則の内容がこの設問のような場面で実際の自然現象にちゃんと反映されている、ということを感じてもらいたいと思う。



# 理論問題第2問速報

- 小問1→電荷間の力<問題の導入>
- 電磁気を学んでいない人への導入のような問題たち。かなりわかりやすく説明されています。
- 小問2→金属内の電子の古典論的考察(ちょっと量子論)
- 電子の運動を考えて、抵抗・電流というものがミクロにはどういふものなのかを古典論に導きます。そのあと量子力学との違いを導いたのは、量子力学まで学んで自分で導出できるようになってほしいというメッセージでしょうか？
- 小問3→プラズマ振動と金属の光沢
- プラズマ振動の角振動数を求め、金属に光沢があるのはなぜかという「そういやなんでだろう」という疑問の答えを探らせるチャレンジ特有の問題。筆者も最後まで解いてすっきりしました。
- 全体に丁寧な誘導があったので難しくはなかったかと。コンセプトのはっきりとした問題でした。

# 出題者インタビュー ～第2問～

インタビュアー: 東川翔

第2問について佐貫先生にインタビューしました。

Q: この問題の趣旨を教えてください。

A: 電磁気の基本的な構成要素である電子の振る舞いを通して身近な問題を理解するというものです。第1問では電磁気における基本的な力を紹介しました。

第2問では電子の振る舞いが抵抗や電流としてどのように現れるかを考えます。最後に量子論での計算結果が出てきますが、数学が難しいので結果だけにしました。大学になってチャレンジしました。

第3問でプラズマが出てきますが、宇宙の99%はプラズマで非常に普遍的なものです。今回はプラズマのもっとも基本的な運動であるプラズマ振動を扱い、身近な問題を考えてみました。

> 佐貫先生ありがとうございます。先生のご専門はガスプラズマ、まさに今回の問題ですね。佐貫先生のエールを受け取って頑張ってください。



# 理論問題第3問速報

- メタマテリアルという見慣れない題材や相対論を扱った問題だが、光や波の基本的な性質を使いこなすことが求められた。
- [I] 波数ベクトル(のx成分)の保存則からスネルの法則の導出(問1)、および適用(問2~4)
  - 光の運動量の保存則と見ることもできる、光学の基本的な法則についての問題
- [II] メタマテリアルの応用の一つとして、平板レンズを取り上げた問題(問5,6)
  - 普通の物質の平板ではどうなるだろうか？
- [III] 高校物理でも扱うドップラー効果(問7)を屈折率が負の媒質中で考える(問8)
  - 波面の進行方向が通常と逆だから、光源と観測者が近づくように動く  
と波面と観測者は遠ざかるように動く
- [IV] 基本的な相対論的效果の導出(問9)、相対論的ドップラー効果の導出(問10)、およびその天体への応用(問11,12)
  - $v/c$ の1次の近似でドップラー効果の表式は問7と一致する
  - 「宇宙の果て」の向こうはどうなってるんでしょうね？



# 出題者インタビュー ～第3問～

## インタビュー：吉田周平

- 第3問について三間先生にインタビューしました。
- Q) なぜ「メタマテリアル」を題材にされたんですか？
- A) 光学は応用などの面でも重要である。しかし力学や電磁気学などと比較して物理の一分野として学ばれることは少ない。そこで分野を光学に選んだ。メタマテリアルは、新しい題材であるが古典的な光学の考察から基本的な性質を導ける。考え尽くされたかに見える理論からも新しい題材が出てくるのだということに気づいてもらいたいと思っている。
- Q) スネルの法則を $kx$ の連続性から導く方法は、僕は初めて見ました
- A) これは光の運動量保存則ともいえる。一つのことにも様々な見方があることを知ってもらいたい。
- Q) 理論試験を終えた参加者に一言
- A) わかっていると思っていることにも疑問を投げかけてみることで、新しいものに出会える、この物理のおもしろさを皆さんにも知ってもらいたい。

