



物理チャレンジ2008 News Letter

レゾナンス Vol.2

物理チャレンジ・オリンピック日本委員会
広報委員会

速報！理論試験講評

ついに5時間におよぶ理論試験が始まった！
僕らOBも別室で問題に挑みました！

↓ 第1ホール



↑ 多目的ホール

風邪ひいてますー
(鼻水をかむK班長)



第1問

[I]

最初に、空気を媒体として伝わる音波について考える。なお、[I]と[II]においては、光は瞬間的に伝わるものとする。

図1のように、2台の台車が堅くて細い棒で間隔を一定に保ったまま x 軸上を一定の速度 v で右に向かって走っている。2台の台車にはそれぞれスピーカーが取り付けられており、その間隔を L とする。左のスピーカーが点 O を通過したとき、そこから音のパルスを発生させ、同時にそれを知らせるために左の電球を瞬間的に光らせる。その時刻を地面に固定された時計の $t=0$ とする。また、地面に固定された物差しは端が O におきそこを $x=0$ とする。右の台車上の人はこの音のパルスを聞くと、それを知らせるために右の電球を瞬間的に光らせ、同時に、右のスピーカーから音のパルスを発生させる。左の台車の人、右から来た音を聞いたとき、ふたたび左の電球を瞬間的に光らせる。ただし、台車が走ると周囲の空気が乱されるが、音が伝わる空間の空気の大部分は地面に対して静止しており、そのため、2つのスピーカーの間を音波は地面に対して一定の速さ V で進むものとする。また、[I]と[II]の両方の問題で、 $v < V$ とする。この様子を地上に立っている人が地面に固定された時計と物差しを使って観察し、記録したとする。

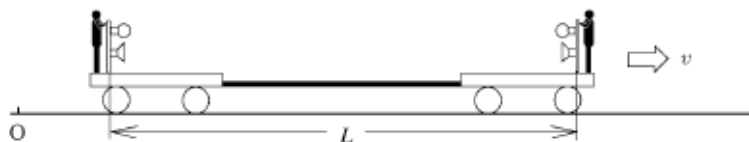


図 1:

講評担当: 谷内

前半は特殊相対論を導出させる問題。(類題:物理チャレンジ2005第一問)

ローレンツ変換を導き、GPSの相対論補正を考察させる問題。

誘導が丁寧で、誘導に従ってとけば結論まで至れる、良問。

観測者が3つあり、どの観測者が何を観測しているのか、ということの理解がややこしかったかもしれない。

(おまけ) 問題中の図がかなり現実味を帯びてる(?)というより、そこまで観測者のシルエットにこだわらなくても…。

というのは嘘で、見てて心がなごみました(笑)

第2問

講評担当:野添、(ほか数名)

前半はかぐや(SELENE)をネタにした問題。

問題の内容には直接は関係ませんが、
かぐやのハイビジョンカメラの撮影した映像
を見て安らぎましょう！

画像下側は月面、正面は地球です(そんな
の誰でも知ってるよ！)

作題者江尻先生からのコメント

(次号で全問について詳細掲載予定)

下の写真は地球が宇宙の中の一つの星に
すぎないことを証明した、素晴らしい写真な
んですよ！



れその回りに回転できるようにになっている。磁針全体の質量は m 、長さは $2l$ である。この問
題において磁針というときは常に同じ磁針を意味するものとする。この装置の近くに磁石を置
いて地磁気の影響を打ち消すようにしてある。彼らは「点 P で磁極に作用する力は導線に垂直
で点 P を含む平面内にあり、導線を中心とする円周の接線方向を向く。また力の大きさは電流
の強さ I に比例し直線電流と磁極の距離 r に依存する」と推測した。距離 r に依存するという
ことをはっきり示すためにその力の大きさを $F(r)$ と書くことにする。磁針が図1のように傾
くと磁針の両端と電流の間の距離は $r_A = \sqrt{r^2 + l^2 + 2rl \sin \theta}$ 、 $r_B = \sqrt{r^2 + l^2 - 2rl \sin \theta}$ と
なるが l は r に比べて非常に小さいので $r_A = r$ 、 $r_B = r$ と近似してよい。導線を中心とする円
周の接線方向に A 点で $F(r)$ 、 B 点で $-F(r)$ の力が作用するように極性を考慮して磁針を置く
(図1)。

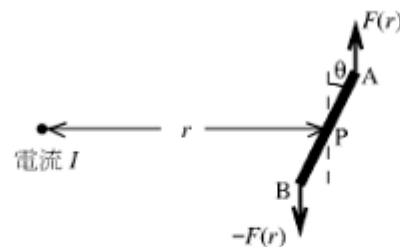


図 1:

電流を流す前に、磁針が導線に垂直な方向に対して小さな角 θ をなすようにして静止させる。

磁針は P 点を中心として振子のように振動するであろう。その
どのように依存するかを見出そう。

次元の考察から a 、 b 、 c を定め、 t の式を与えよ。ただし h は
ある。

量 $[M]$ 、長さ $[L]$ 、時間 $[T]$ などの基本次元、あるいは速度 $[LT^{-1}]$ 、
りな組み合わせ次元をもつ。次元の考察から物理量の間にどんな
ことができる。たとえば質量 m の小さなおもりが長さ l のひも
考えよう。この物理系に關与する物理量は l 、 m および重力加速

後半は電磁気学の歴史をモチーフ
にした問題。

科学史もおもしろいよねー！

第3問

講評担当: 谷崎、西口

見た目は難解だが、問題文の説明が詳しいので辛抱強く考えれば解答できるだろう。文字が多いので計算ミスがあるかもしれないが、問8でこれまでの計算の正しさが確認できる。

最後の問いは、電子と陽子から中性子が生じて、中性子のみの縮退圧で平衡状態に達することに気づけば、問11の解答で電子の質量を核子の質量で置き換え、 $y = 1$ として解答はすぐに導ける。

誘導に従って解いていけば、白色矮星と中性子星について理解することができる、物理チャレンジ史に残る名作である。

(おまけ1) OBも計算ミスりました。5/3乗は手計算でも何とかかなる???

(おまけ2) 微積ができないと...

なく、ある体積(平面なので面積)を占めることになる。以下では電子、陽子、中性子などフェルミ粒子と呼ばれる粒子に限定する。フェルミ粒子の場合、位置の幅が δx 、運動量の幅が δp であるとする、 h をプランク定数として、その面積 $\delta x \delta p$ は $h/2$ になる。しかも、量子力学の原理によれば、同種類のフェルミ粒子が占める位相空間での領域はたがいに重なることができない。つまり、 N 個の同種粒子があるとき、その位相空間内で占める面積は $Nh/2$ である。このように、多数の同種類粒子を考えた場合、位相空間内では広い領域を占める。逆に、位相空間内の $\Delta x \Delta p$ という領域には $\frac{\Delta x \Delta p}{h/2}$ 個までしか同種粒子を詰め込むことができない。

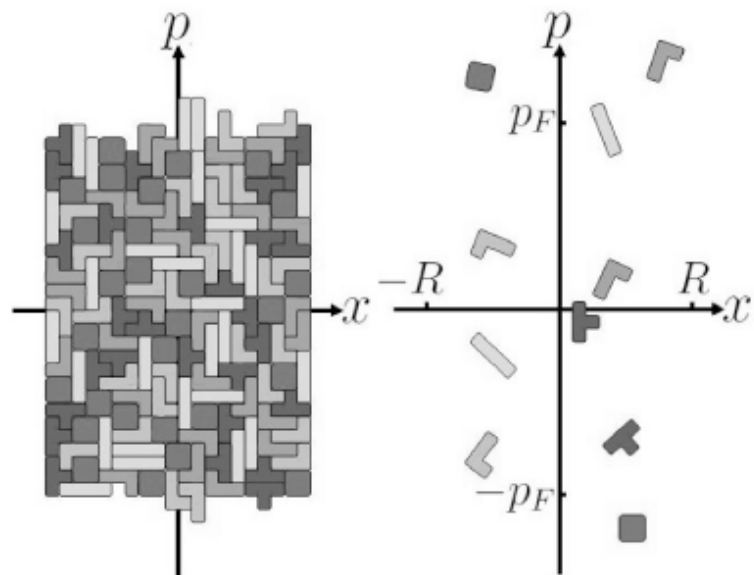


図 1: 1次元運動の場合のある時刻における位相空間の様子。1次元運動の場合、横軸に x 、縦軸に p をとった2次元(平面)の座標系が位相空間となる。位相空間内で一粒子の占める領域の形状は不定である(ここでは簡単のために5種類の図形で示した)が、その体積(ここでは面積)は一定である。左図は温度が低く縮退している状態を示す。右図は温度が高く、縮退していない状態を示す。

先生にインタビュー1

理論問題を出題した先生方に出題意図などをきいてみた。



第2問A
江尻先生

かぐやの地球の出の撮影によって、地球もただの天体に過ぎないことが示された。そんな楽しい実験に関する楽しい楽しい問題を作ってたかった。



第2問B
池田先生

ビオ(ラプラスの再来と騒がれたほどの天才だったらしい)が、有限長さの電流による磁力を決定した巧妙な方法を知ってほしかった。19世紀フランスでは電磁気学を場の理論としてではなく、ニュートン力学に縛られた力の概念に囚われたためにファラデーらの場の理論の考え方から後れを取ることとなってしまったのであった。

先生にインタビュー2

第3問

常深先生

Q 昔から背が高かったんですか？

A 最初から大きかったわけではなく、中学生では普通でした。

Q 問題を作る上で苦労した点は？

A 内容は大学院の講義の入門なのですが、中高生でも解けるように、言葉の選び方や、近似の方法などに気を配りました。また、実感がわくように数値で答えが出てくるような問題が面白いと思いました。

Q 微積が使われていますが？

A ある程度は仕方ないです。でも、係数よりもパラメータの依存を大切にしています。



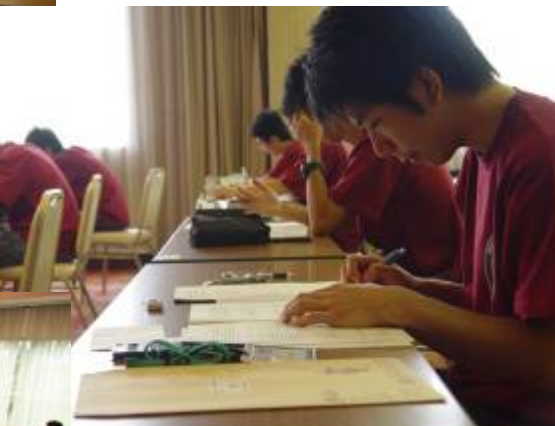
理論試験 *Before After*



←試験開始前の緊張した様子



試験終了後のほっとした様子→



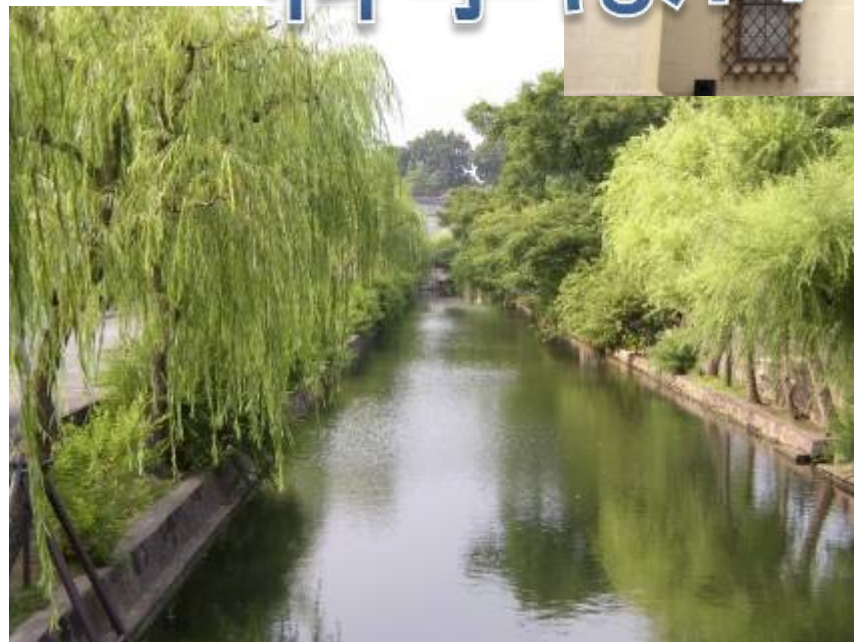
↑チャレンジ、チャレンジ??



倉敷美観地区観光



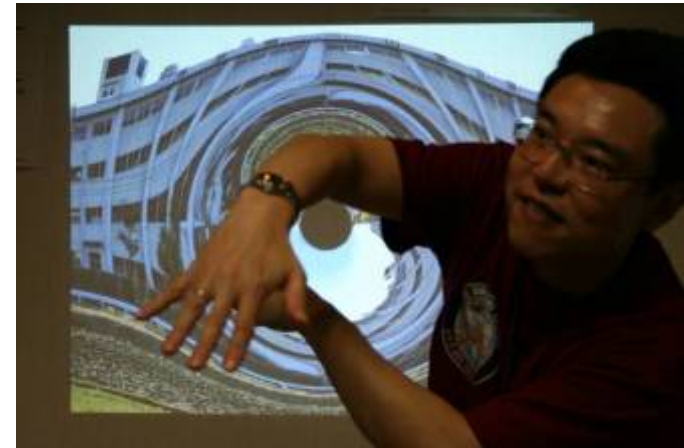
科学はロマンだ!



フィジックスライヴ



ブラックホール
の不思議に皆
興味津々。



←液体窒素で
風船がしわくちやに！！
ときどき風船爆発！？

磁石は・・・どっち！？→



二日目の食事



←腹が減っては戦はできぬ。みな理論試験が気になる・・・。



↑フィジックスライヴのあとの夕食、豪華である。
デザートはピオーネ！



←試験の後、ほっと一息、癒しのカレーライス。

編集後記



先生方が隣で歓談している中、
今回は去年のオリンピック候補者だった
高橋さんが手伝ってくれました。
多くの物理チャレンジ経験者が卒業後
も手伝ってくれています。皆さんも是非
積極的に協力してくださいね。(高倉)

(おまけ)
怪しい実験を
する西口さん
→

