

物理化学演習 A (20100517) M: 以下は宮本のコメント

- 08s3001: 低気圧あるいは高気圧で実験結果が変わることはあるのですか M: 実験によるだろう
- 08s3002: 空气中で電子のみで存在することがないならば、イオン化エネルギーのとき、取り除かれた電子はどこにいくのでしょうか? M: 「~のとき」とは? 無限遠の現実的意味は?
- 08s3005: なぜ量子力学では、線形演算子だけを取り扱うのですか? M: 既出
- 08s3006: 紫外線を金属に照射すると、なぜ電子が放出されるのか? また、電子を放出させない方法はないのか? M: 光電効果。当該実験を詳細に検討してみれば?
- 08s3007: 二重スリットの実験を、装置を大きくし、ゴルフボールのような巨視的な物体で行った場合、どうなるのだろうか。スリットのどちらか一方を通るのか、粒子のようなふるまいをするのか。もし、どちらか一方のスリットを通過するとしたら、ゴルフボールをどれだけ小さくすると、粒子のようなふるまいをするのだろうか。 M: 本気ですか? 以前に実は意味不明。
- 08s3008: 二つの演算子が可換である場合、任意の精度で同時に測定できるというのは、不確定性原理に反していることにはならないのですか? M: それが不確定性原理なのだが...
- 08s3009: 一重項から三重項になるときのエネルギー変化はどのように求めるのか? M: 普通に
- 08s3010: 放射線をよく吸収する元素も、放射性元素が崩壊して崩壊して最終的に行き着く元素もともに鉛です。この性質は鉛の何に原因があるのでしょうか。 M: 原子核物理を勉強したら?
- 08s3011: 量子系の本で、量子の位置を確定、測定してしまうと運動量は変化するので同時に測定できないと述べられていた覚えがあるのですが、電子の位置と角運動量が測定できるのはなぜですか? M: 運動量と角運動量との関係は? それぞれ具体的にどうやって測定するか?
- 08s3012: 慣性モーメントを考える際は、原子の振動の振幅は結合長に比べて小さいから考えなくてもよいということが分かりました。しかし、非常に高温な状態のときでも原子の振幅は無視できるくらい小さいものなのですか? M: 具体的に振幅を求めてみれば? 『よい』は定量的か?
- 08s3013: p.176で「極小付近の領域ではよい近似」と書かれています。極小付近の領域とそうでない領域、よい近似とそうでない近似の境界線はどのように決めたら良いのでしょうか。 M:
- 08s3014: 分子が光子を吸収してから放出するまでの時間は決まっているのだろうか。決まっているとしたら、その時間は、どのようにして決められるのか。 M: 時間に依存する摂動
- 08s3015: 「量子力学演算子の固有関数が直交する」と教科書にありますが、どうやってそれを証明するのですか? M: 問題 4.29 参照 『本当に使われているのか? どんな時に  $\text{dm}^3$  ?
- 08s3016: 気体定数 R の体積の単位で  $\text{dm}^3$  をつかっていて理想気体の盛る体積の体積単位で  $\ell$  をつかっていますが、 $\text{dm}^3$  と  $\ell$  を使いわけているのには何か意味があるのでしょうか。 M:
- 08s3017: 水素原子のスペクトルは、どのくらいの強さの磁場中で分裂しますか? 磁場が強ければ強いほどスペクトルの分裂も大きくなりますか? M: 問題 6.45 参照
- 08s3018: 問題 4.33 で反射係数  $R = 0$ 、透過係数  $T = 1$  のときとありますが、これはどのような所で起きますか。 M: 問題文に書いてあるのでは? 『崩壊(?)
- 08s3019: 黒体放射や電子の遷移による発光以外に光を発生させることは出来ますか? M:
- 08s3020: 物理化学ではよく近似を使うが、値がどのくらい近ければ近似と言えるのか。範囲は決められているのか。 M: 「近い」は定量的概念か?
- 08s3021: 演算子がエルミートであることと、変換行列がユニタリ行列であることは似ているような気がするのだが、何か関係があるのだろうか。 M: 何の変換? ていうか惜しい。行列力学。
- 08s3022: 観測される物理量がでるときは必ずエルミート演算子が成り立つのはなぜでしょうか?

M: 意味不明。「物理量がでるとき」とか「エルミート演算子が成り立つ」とは?

- 08s3023: ヘリウム原子のシュレーディンガー方程式の中にある電子間反発項はなぜ解くのが難しいのか。 M: 電子間反発項は全然難しくありませんが? で、それを解くとはどういうこと?
- 08s3024: p.137 に原子や分子の一組の定常エネルギー状態を導き、一つの定常状態から他の定常状態への遷移としてその系の分光学的性質を表現するだろうとありますが、分光学的性質とはどんな性質ですか。 M: どんな例が挙げられているか?
- 08s3026: エーレンフェストの定理というのがありますがこれはいったいどのようなことを示しているのでしょうか? M: 理化学辞典でも見てみたら?
- 08s3027: 光化学反応においてその量子収量の値が大きく変化するが、その値はどのようなことに大きく依存するのだろうか。 M: 図 15.1 や §15.8 の話? 普通の反応でも収率 < 100 %
- 08s3028: (問題 4.27 より) エーレンフェストの定理とは何ですか。 M: 08s3026 参照
- 08s3029: 1 つの元素から違う元素への錬金術では元素のどの部分を操作しているのでしょうか? M: 本気ですか? 賢者の石の作り方を調べてみたら :-p 『て重力は桁違いに小さいですからね。
- 08s3030: 素粒子に重力が働いているかを調べるにはどうすればいいですか? M: 他の力と比べ
- 08s3031: 今日の問題の 4.21 について、よくわからなかったのですが、なにかわかりやすい参考書はありますか? M: 解答集を見る :-p またはサポート Web ページ参照。 『どの数字?』
- 08s3032: 分子軌道計算の計算結果は分子軌道の何を表す数値となっているのでしょうか。 M:
- 08s3033: 微分方程式が定係数をもたない場合、どのように解けばいいのですか。 M: 定数変化法と『相対性理論によれば、その設問が間違っている。
- 08s3034: 地球のように、大きな質量を持つ物体によって、時空がゆがむのは、なぜですか? M:
- 08s3035: 時間に依存しないシュレーディンガー方程式は変数分離によって解くが、時間に依存するシュレーディンガー方程式はどのように解くのか。 M: 教科書よりもう少し高級な本を参照
- 08s3036: トンネル効果で粒子が障壁を通り抜けるとき、障壁の中を通過しているのでしょうか? それともどこも通らず、突然飛び越えているのでしょうか? M: 古典的な軌跡を持たない。
- 08s3037: 納豆の糸はとても良く伸びるが、真空中ではどれくらい伸びるのか。 M: 面白いの??
- 08s3038: ヘリウムが化学者にとっては一番関心の低いものに見えるかもしれないというのはなぜなのか。 M: 化学は何をあつかう学問分野でしょうか? 『ものが分かっていない??
- 08s3039: よく、「~とすると」や「~と仮定すると」という言葉が出てきますが、なぜ「そうだ」と言いきらないのですか? 「~であるから」とか... M: 前提と結論は別物。論理という
- 08s3040: 太陽の中にはエネルギーがあって、そのエネルギーを用いて原子をつくっていますが、そのエネルギーはどこからやってきたのですか? そしてそのエネルギーはどのようにして集まってきたのですか? M: えーと、何とコメントしたものやら... まず一般向けの科学雑誌など見たら?
- 08s3041: 芳香環同士はスタッキングの相互作用により、互いに結びつきを強めますが、これは自由度の高い電子によるものなので、例えば、C8 つの単結合と二重結合が順々にある環状化合物では、相互作用は強くなっていると考えると良いのでしょうか。また、環状でなくても、多数の二重結合などで電子を豊富に持つ化合物であれば、同じような相互作用は起こるのでしょうか。 M: シクロオクタテトラエンは芳香族化合物ではない。電子の自由度はどうやって測る? 他、論理矛盾で意味不明。『しても、測定誤差のために理想的な測定は無理では? 無限希釈みたい?』
- 08s3042: 理想気体は存在しないのに、どのようにしてモル体積を求めたのか? M: 仮に実在
- 08s3043: 誘導放出で、ある原子が放出した光子が他の原子を刺激するとありましたが、この刺激って

何ですか？ M: 時間に依存する摂動, 光と電子の相互作用, アインシュタインの B 係数も参照.

**08s3045:** 日中の空が青く見えるのは, 大気中の粒子が, 入ってくる光の波長より小さいと, 短い波長の色の光ほどよく散乱する「レイリー散乱」によるものだそうですが, 青よりも紫色の光の方が波長が短いのに青色の光が散乱するのはなぜでしょうか？ M: 紫というが重色はもちろん散乱されている. 太陽光に含まれる光子の数はどうだろうか？ 『だと離散的になる』

**08s3046:** 箱の中の粒子, 調和振動子などのシュレーディンガー方程式を解くと エネルギーが離散的な値をとりますが, 例外的に離散的な値をとらない場合もあるのでしょうか？ M: 束縛状態

**08s3048:** 波動関数 はシュレーディンガー方程式によって時間依存する関数になるが, 同じ粒子についてでも が時間に依存しない関数になることはありますか？ M: そりゃあるでしょうね

**08s3049:** シュレーディンガー方程式は時間に依存しているものとしていないものがありますが, 何故 2 つの状態を考えなければいけないのでしょうか？ M: 物理現象としてはどちらもある.

**07s3001:** p.145 に不確定性原理について “ $\hat{A}$  と  $\hat{B}$  が可換ならば, a と b を任意の精度で同時に測定できる.” とあるが, それはどんな場合ですか？ M: 同時固有関数 (例えば 問題 4.18 参照)

**07s3002:** 電子や原子などに対しては, 不確定性原理から古典力学の方法は無効になるのなら, 古典力学は実用上の意味は無いのですか？ M: 現実に古典力学が使われていることの意味は？

**07s3003:** [白紙] M: 提出物が要件を満足していません. 『辞書を見ればいいのでは？』

**07s3004:** 定常状態とは具体的にどのような状態なのですか？ M: 言葉の意味がわからなければ

**07s3005:** 1次元井戸型ポテンシャルで, エネルギー固有値が確定して, 位置に関する情報が与えられていたりしますが, そこから運動量が決まってしまうのに, どのようにしたら不確定性原理に矛盾せずに説明できるのですか？ M: 「位置に関する情報が与えられ」とは？

**07s3007:** 定常状態の波動関数において, 原子や分子の一組の定常エネルギー状態を導くと書いてあるのですが, 時間に依存するシュレディンガー方程式をどのような状態のときに用いるのでしょうか？ M: 既出. 非定常状態のとき. 『らなければ辞書を見れば？ 具体例ならそこにあるし.』

**07s3008:** p.152 区分的に一定なポテンシャルとはどういうことですか？ M: 言葉の意味がわか

**07s3009:** 量子力学的に宇宙の歴史をさかのぼっていくと, 宇宙が生まれた瞬間より更に前の世界は神話や宗教の領域になるという考え方があるようです. 先生は, 一化学者としてこの考え方をどう思いますか？ M: 化学の対象でない事を化学者に聞く意味は？

**07s3010:** なぜ時間に依存するシュレーディンガー方程式は導けないのですか？ M: 既出

**07s3012:** 規格化ってなんですか？ M: 既出. 教科書 p.91 を読んだか？

**07s3013:** 教科書 p.181 の計算の中で, 『amu』という単位がつかわれていますが, この単位はどういう意味でつかわれていますか？ M: atomic mass unit なのだが, 文脈から予想できたのでは？

**07s3014:** 換算質量はどのようなときに用いるのですか？ M: 既出. 必要なとき, 使うと便利なとき.

**07s3015:** 発散する関数がすぐに規格化されないと判断されるのは何故でしょうか？ M: 発散の

**07s3016:** 一次元の系において, エルミート演習子 [ママ] の固有値が実数であることは, どのようにしてわかるのか？ M: 一次元の系じゃなくても分かる. 問題 4.29 参照 《意味を再確認せよ》

**07s3017:** 体積って何でしょうか？ 例えば, 液体 気体に変化するとき, 定常状態において体積は増加しますが, モル数などが変わるわけではありませんし...なにが変化するのでしょうか？ M: そうです, 物質という概念はスバラシイ発明ですね. 名称はイマイチだけど.

**07s3019:** p.93 にある対応原理とは何ですか？ M: 続きの「つまり」以下を読めば？

**07s3020:** 先生は量子力学で生命の誕生や生物の進化を解くことができると思いますか？ M: 私がどう思うかが, 謎を解くことにどのように貢献するのか？

**07s3021:** シュレーディンガー方程式について, エネルギーと電子の存在確率の間に関係性はあるのですか？ M: 固有値と固有関数には, 切っても切れない深い関係があるでしょうね.

**07s3024:** 時間に依存するシュレーディンガー方程式は導けなくて, 時間に依存しないシュレーディンガー方程式は導ける. それなのに矛盾しないのはなぜですか？ M: あなたの言う

**07s3027:** p.138 に, 「演算子は線形であること」を見てきたとあるが, どうして演算子は線形なのか？ M: 「および~」以下を読んで考えたら？ 『導ける・導けない』は本当なのか？

**07s3030:** では  $\hat{L}_x$  この読みは？ M: どこに問題があるの？

**07s3031:** 章末問題 4.27 について, エーレンフェストの定理とあるが, これはどういったものなのか？ M: 08s3026 参照 『探してみればいいのにな.』

**07s3032:** 現実に存在する物体でどのような物体の運動が調和振動子ということができますか？ M: どんなポテンシャルなのか, そのようなポテンシャルを持つものは何か？ 自分で

**07s3033:** p.144 1 行目に「“1 を掛ける” 演算子」とありますが, これに何の意味があるのですか？ M: 既出. 20100510 の 07s3047 参照.

**07s3038:** シュレディンガー方程式は, 基本的な定理などから導かれたものではなく, 偶然できたような定理だと聞いたのですが, 物理化学で出てくる定理, 公式はそういったものが多いのでしょうか？ M: 「偶然できたような定理」という所が, アインシュタインは気に入らなかったのかな :-p

**07s3039:** 任意の精度で同時に a と b を測定するのに どのように演算子が関わってくるのですか？ M: 仮説 2 とか, §4.6 とか.

**07s3041:** 量子力学演算子にある性質はわれわれが持たせたものがあるが それらを持たせないで演算子を表すことはできないのか？ M: 当然できるしよ. 量子力学的に意味があるか不明だが.

**07s3042:** 一次元の箱の中の粒子は等速直線運動または静止しているので  $V = 0$  だが箱の外が 0 より大きい理由がよくわかりません. M: 前段は本当か？ 記号の意味を理解しているか？

**07s3043:** §5.5 でスペクトルのお話を取り扱っていますが, 8 章で説明されている遷移スペクトルについても調和振動子で説明できるのですか？ M: 遷移スペクトル とは？ ポテンシャルは同じ？

**07s3046:** 固有状態と定常状態の違いは何ですか？ M: 字が違う :-)

**07s3047:** 規格化するさい, なぜ一価でなければならないのですか？ M: ぜひとも多価関数の規格化に挑戦してみてください!!

**07s3050:** 量子力学という学問は, どれほどの年月をかけて確立されたものなのでしょうか？ M:

**06s3003:** p.144 に 1 を掛ける演算子  $\hat{I}$  というのがあるが, 1 を掛けても何も変わらないのにわざわざこのような演算子を使うのはなぜなのか？ M: 既出 《読書感想文のネタ発見！》

**06s3004:**  $\frac{d}{dx}$  は一般的になんと読まれていますか？ M: 既出

**06s3008:** 4-21 は, 角運動量をどのように方程式にくみこんで表すのですか？ M: 位置も角運動量も, ベクトル量であるということに注意.

**05s2059:** スピン状態が違えば電子遷移は起こらないはずだが, 項間交差が起きるのはなぜか？ M: 状態が混合し, S はもはや良い量子数ではない. いわゆる禁制遷移も同じだね.