

- 08s3001:** 希ガスの濃度を上げるにはどうしたらいいのですか。 M: 希ガスを増やす。
- 08s3002:** 表面張力はなぜ起こるんですか？ 私は分子間力によるものだと考えたのですが、これ以外に何か要因があるのでしょうか？ M: 他にどんな力があるの？
- 08s3004:** 今までの物理化学の講義の知識を身近なものに使い面白い結果が得られるものは何かありますか。 M: 自分で考えたものに物理化学がどう使えるか？ 使えない場合があるか？
- 08s3005:** 運動量演算子の 2 乗は、 $\hat{P}_x^2 = -\hbar^2 \frac{d^2}{dx^2}$ であり、 \hat{P}_x^2 の平方根をとると、 $\hat{P}_x = \pm i\hbar \frac{d}{dx}$ になるのだが、なぜ教科書では、 \hat{P}_x は負の方しか使わないのですか？ M: どれでもイイのでは？
- 08s3006:** 水素原子のシュレーディンガー方程式は厳密に解けますが、それ以上複雑な原子や分子は近似的方法を用いないと解くことができないのはなぜですか？ M: 三体問題
- 08s3007:** ボア軌道中を運動するド・ブローイ波の整合について、ド・ブローイ波の波長の整数倍が円の一周と合致している場合は、完全に一周するとド・ブローイ波は整合する。しかし、一周した時に整合せず、二周したときに整合した場合は、一周したときには劣るが、波模様は安定と言えるのだろうか。 M: “合致”の意味を本当に理解しているか？ 何がどう合致するのか？
- 08s3008:** 電子を遷移させるには光を当てるのが一番効率が良いのですか？ M: 場合に依るだろう
- 08s3009:** 古典的波動方程式において位相角は何を表しているのか。 M: 20100419 の 07s3021
- 08s3010:** 特定の可視光しか吸収しない物質に、可視光よりエネルギーの強い X 線を照射した場合、イメージ的には物質が壊されるような気がします。吸収波長以外の光は物質に作用しないとすると、イメージとは違うこととなりますが、実際はどうなのでしょう。 M: 奇妙でも定義通り。
- 08s3011:** 仮りに強力な光などのエネルギーを原子などにあてて電子がほとんど、もしくは全て励起などして、核にその強力な光エネルギーがあたった時、核には何らかの反応はおきかないのですか？ M: 核反応と化学反応とでは、エネルギーのレベルが違いすぎる。『本当に違うのか？』
- 08s3012:** 軌道と軌跡について調べてみても、その違いが良く分かりません。両方とも粒子の道筋であることが分かりますが、軌道と軌跡の違いについて、分かりやすい例を教えてください。 M:
- 08s3013:** p.80 に粒子の全エネルギーは運動エネルギーとポテンシャルエネルギーの和であると書かれていますが、電子が励起するとき、どのエネルギーが増えているのでしょうか。 M: それぞれの演算子はわかっているのだから、計算してみれば良いのでは？ 『あるのでしょうか？』
- 08s3014:** 光を吸収して励起状態に遷移した電子がさらに分子内から飛び出す時に飛び出しやすい条件、飛び出しにくい条件があるなら、どのような条件が考えられるのか。 M: そういう状況が
- 08s3015:** 教科書では、一次元の箱の中の粒子モデルとしてブタジエンを考え (p.89 参照)、その後、直線分子でないブタジエンを直線分子と見なして考察しています。本来のブタジエンの形のまま考察するのであれば、どのように考えていくのですか？ M: どんな近似で直線とみなしたのか？
- 08s3016:** 陽子・中性子が大きさをもつに対して、標準理論では、電子は大きさをもたないものとされていますがなぜ電子は大きさをもたないのですか。 M: 標準理論を勉強すれば？
- 08s3017:** 磁場中と電場中における水素原子のスペクトルの分裂は、何が根本的に異なるのですか？ M: 外場に応答するモノが異なる。前者には磁気モーメント、後者には電荷。
- 08s3018:** 実験で行うヒュッケル分子軌道法の計算では、共役している分子しかなかったが、共役していない分子も計算することが出来るのか？ 出来ないとしたらどのようにして計算出来るか？ M: どんな近似が採用されているか。それが成り立つ分子は何か？
- 08s3019:** 音は振幅で大きさが変わりますが、光の振幅はどの位なのですか？ M: “どの位”とは？
- 08s3020:** 一辺が a の箱の中の粒子を考えることが多いが、a が原子半径より小さい場合はどうなる

のか。 M: 例題 1.11 参照

- 08s3021:** なぜ量子力学の演算子は、線形でなければならないのか。 M: 20100412 の 08s3045 では回答してなかった :-p 量子力学の重要な原理・仮定 (postulate) のひとつが「物理量 (observable) に対応する線形演算子がある」だからねえ。まあ固有値問題が、線形演算子に対するものだしネ。
- 08s3022:** 物理量の平均値を計算するのに $\psi(x)$ と $\psi^*(x)$ との間に演算子をはさみこんで計算しないといけないのはなぜか？ M: シュレーディンガー方程式の形から、自然にそうなると思うが？
- 08s3023:** 物質がそれぞれ違う波長でスペクトルを吸収するのは、どのような要因からか。 M: エネルギー準位の構造が異なるから。電子の持つ/持ち得るエネルギーが異なる。
- 08s3024:** 長さ a の一次元の領域の中に存在するように束縛された質量 m の自由粒子にシュレーディンガーを適用するとき、この系は箱の中の粒子といわれていますが、なぜ「箱の中」というようになったのか。 M: シュレーディンガーが猫を箱に入れたから :-p
- 08s3026:** 二次元の波動方程式は二次元の膜に応用できますが、三次元の波動方程式は例としてどのようなものをイメージすればよいのでしょうか？ M: 歪みとか電場とか磁場とかは？
- 08s3027:** 分子が光を吸収する過程には、主に回転遷移・振動遷移・電子遷移の 3 つが存在するが、この 3 つのうち電子遷移が他の 2 つの過程に比べて大きなエネルギーの値をとるのはなぜなのでしょう。 M: 回転・振動は核の運動、電子遷移は電子の運動。
- 08s3028:** マクスウェル-ボルツマン分布 (問題 B.6 より) はどのようにして求められたのでしょうか。 M: 教科書 p.1150 あたりを読んでみてはいかがでしょう？
- 08s3029:** 縮退することによって何が起こるのですか？ M: 別にい～。『のか、計算してみたら？』
- 08s3030:** もし電子に重さがなかったら、分子は存在できますか？ M: エネルギーがどうなる
- 08s3031:** 電子ポテンシャルエネルギーはどのように測定しているのですか？ M: 誰が測定してる
- 08s3032:** エネルギー準位が同じである縮重している炭素の sp^3 のエネルギー準位で電子が励起した場合、励起しやすい電子が存在するのでしょうか。または確率論であるのでしょうか。 M: “縮重”とはどういう意味か？ 電子は互いに区別できるか？ はたまた、神託が必要なのか??
- 08s3033:** 問題 3.17 の $n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$ という条件は $\sin n\pi = 0$ になる n ということですか？ M: 神託が必要なのですか？
- 08s3034:** 「水の三重点の $1/273.16$ を 1 K とする」という定義と、「絶対温度と摂氏温度の差が 273.15°C である」という定義がありますが、この定義の違いはなぜ起こったのでしょうか？ また、この定義の違いから、水の融点、沸点がそれぞれ 0°C 、 100°C から少しずれて不便な気がします。2 つの定義での数値を 273.15 、 273.16 のどちらかに統一することはできないのですか？ M: 二つの定義は全く矛盾していない。なぜ数値を統一する必要があるのか？
- 08s3035:** 一次元の箱の中の粒子は直鎖の共役炭化水素中の π 電子に適用できるが、分枝炭化水素中の π 電子や環状炭化水素中の π 電子は、二次元の箱の中の粒子を応用したものに相当するの。 M: T 型と X 型は同じようには扱えないと思いますが、まあ“応用”の範中ということなら...
- 08s3036:** 電子は核の周りを円運動していると考えられているが、なぜ円運動でなければならないのか？ また、そもそも電子はなぜ運動するのか？ M: え？ 円運動していませんヨ。
- 08s3037:** 風船を割らずにより高く飛ばすには、中にどのような気体を入れ (混ぜ) ればよいか。 M: 何かモノを入れるよりも、“真空”が最も軽いと思います :-p
- 08s3038:** σ 結合においての電子密度と共鳴構造における非局在化している電子の密度はどれくらい違うのか。 M: 場所や、周りの原子の種類や配置によるでしょう。
- 08s3039:** 2.21 で、「それぞれ独立することを示せ」とありますが、どうなれば独立だと判断できるの

ですか？ M: この場合の“独立”の対義語は何ですか？

08s3040: 三重点では、気体と液体と固体が平衡状態で存在しているそうですが、それはどういう状態で、どのように見えるものなのですか？例えば、液体と気体では、平衡状態に近づいていくと、メニスカスが消えていきます。三重点でも、そのように肉眼で観測できるのですか？ M: 相分離や超臨界状態と平衡状態について、誤解しているみたい。『調べて考えてみたら？』

08s3041: 波長の長短による光の観測限界は存在するのでしょうか。また、あるとしたらそれはどれくらい、どのような理由によるもののでしょうか。 M: どんな光はどうやって検出できるか、

08s3042: テキスト p.87 で $\psi(x)$ はある意味で粒子の振幅を表している、とありますが、なぜ「ある意味」であるのか？ M: 20100412 の 08s3030 参照

08s3043: 教科書の p.637 に「誘導放出が起こると光の強度が増幅される」とありました。ある原子の光子が他の原子を刺激して、光子を放出させるそうですが、基底状態にあった他の原子が光子を受けとって励起状態にならないのですか？ M: なります。実は励起吸収と誘導放出は、同じ。

08s3044: 全微分と偏微分はどのような場面で使い分けているのか。 M: 必要に応じて。

08s3045: 分子は紫外線を吸収することで回転、振動、電子遷移を起こしますが、分子が回転したり振動したりするのはどのように確認されるのですか？また、回転の向きは分子ごとに決まっているのでしょうか？ M: 心の目で見れば、分子のダンスが見える :-p

08s3046: 時間に依存するシュレディンガー方程式は、時間に依存しない方程式を用いた場合とでは波動関数の何が異なって表されるのでしょうか？ M: 20100412 の 08s3005 等参照。

08s3048: 箱の中の粒子は計算で平均位置や存在確率を出せるのに、平均運動量は 0 になるのはなぜですか？箱の中の粒子は動かず、その場で固定ということですか？ M: 07s3021 参照。

08s3049: p.53 の下から 6 行目に「一般的な波の運動を…」とありますが、波の運動で一般的ではないものとはどのようなものなのでしょうか。 M: 誤読。“一般的”は“波”に掛かる。『とは？』

07s3001: 箱の中の粒子の分散は何故 $\sigma_p^2 = \langle p^2 \rangle - \langle p \rangle^2$ で表されるのですか？ M: 粒子の分散

07s3002: 微分方程式が振動する解をもつとはどういうことですか。 M: 20100419 の 07s3016

07s3003: マックスボルンが見つけたシュレーディンガーの $e\psi^*(x)\psi(x)$ の解釈の難点とは何ですか。 M: 例えば電子や電荷が分割できないということかな？あなたも考えてみてください。

07s3005: 2.21 の解説はしてくれないのですか？3.5 の (c) の解答は合っていますか？ M: 最初の講義の時に説明済みですが、この演習では教員側から模範解答を示しません。学生が自分で解いてみて、代表者の答 *案* に基づいて議論し、各自の考えと比較・検討することにより、内容の理解を深める (or 無理解を自覚する) ことが、この演習の目的です。

07s3007: 3.5 (c) において、解答は $\hat{A}^2 = \frac{d^4}{dx^4} - 4x \frac{d^3}{dx^3} + (4x^2 - 2) \frac{d^2}{dx^2} + 1$ だが、 $(4x^2 + 2) \frac{d^2}{dx^2}$ という計算結果になったのですがどちらが正しいのでしょうか。 M: 神託が必要なのか？

07s3008: p.70 アナロジーって何ですか。 M: 言葉の意味がわからないなら、辞書を見れば？

07s3012: 3.5 で \hat{A}^2 を求めるときにどうしてそのまま \hat{A} を 2 乗しないで $\hat{A}^2 f(x)$ とするのですか？ M: “演算子”の定義、代数規則、演算子の意味に戻って考えましょう。

07s3013: p.224 の表 6.5 で、 $n=2, l=0, m=0$ などのとき、 ψ は $1/\sqrt{32\pi}$ などで表されていますが、p.236 では $1/4\sqrt{2\pi}$ と表されています。形をかえて書いているのは何か意味がありますか？ M: あなたはどう考えますか？

07s3014: 基準モード、固有モードとは なんです。 M: 20100419 の 07s3035 参照。

07s3015: 箱の中の粒子は x の範囲が既に $0 \leq x \leq a$ で設定されているのに x を $-\infty \sim \infty$ までの範囲で積分するのは何故か。 M: 何の話ですか？意味不明です。

07s3016: 一次元の箱の中の粒子において、 $V(x) = 0$ とおかない場合、 $V(x) = 0$ とおいた時と比べて、どのような変化があるのか。 M: 自分で計算して比べてみればいいのでは？

07s3017: 問題 B.1 では確率が「 $p(x)dx = \sim$ 」で与えられています。第 3 章では「 $\psi^*(x)\psi(x)dx = \sim$ 」だと書かれています。第 3 章の形式にあわせるなら、「 $p^*(x)p(x)dx = \sim$ 」みたいな形になるんじゃないんですか？ M: $p(x)$ と $\psi(x)$ との関係は？

07s3019: p.88 に量子化の常通 [ママ] の規則と書いてありますが、常通の規則とはどういう規則のことを指しているのでしょうか？ M: プランクやボーアによる従前の考えとの対比である。

07s3021: 箱の中の粒子についてですが、運動量が零であると p.95 に書いてあるのですが、それは粒子は運動していないということですか？ M: 言葉遣いが杜撰。“平均の”運動量の話である。

07s3024: 分子の速さのこの確率分布をマクスウェル-ボルツマン分布というそうですが、分子の速さを確率で表すとはどういうことですか ?? M: 一つの分子でなく、集団を考えてみよう。

07s3030: $\frac{d}{dx}$ って何って読むんですか？ M: 正解はたぶん無い。

07s3031: 電子 1 つが 2 つのスリットを通るのは、1 つの電子がスリットを通る間に 2 つに分かれているということなのだろうか？ M: 20100419 の 07s3017 参照 ; -p 朝永振一郎の『光子の裁判』または、外村彰『量子力学を見る』中の『電子の裁判』参照。

07s3032: (3.38) 式で与えられる $\langle p \rangle = 0$ とは、粒子のどのような運動を表しているのですか？ M: 07s3021 参照。『本人に聞いてみたら？ : -p

07s3033: シュレディンガーが最初に考えた粒子として電子を考えたとき $e\psi^*(x)\psi(x)$ を電荷密度としたとありますが、なぜこの式が電荷密度として考えたと思いますか？ M:

07s3035: p.306 の 8.3 などに「つじつまの合う場の方法」とありますが、どのような“つじつま”なのでしょう。 M: 何と何を比較しているか？SCF の過程を検討したらどうか。

07s3038: p.85 で演算子が交換可能である場合とそうでない場合の違いがよく分かりません。どういった意味合いなのでしょう。 M: 意味合いも何も、書いてある通りですが？ p.142 も参照。

07s3039: 章末問題 3-9 に波動関数に単位があるならば何かとありますが、波動関数に単位がないのはわかっていることなのに、この問題にはどういう意味があるのですか？もしかして波動関数には本当に単位があるのですか？ M: 日本語の文の意味が分からないのでしょうか？

07s3042: 規格化条件 $\int_{-\infty}^{\infty} P(x) dx = 1$; $\int_{-\infty}^{\infty} \psi^* \psi dx = 1$ の 2 つにどのような違いがあるのか。 M: 見たまんまだと思いますですけど？ちなみに各記号の意味は？『神託が必要か？』

07s3043: 不確定性原理と矛盾するボーアの理論は正しくないということになるのですか？ M:

07s3044: 「無視」「質問がない」なら「質問がない」＝「無視」は真ですか？ M: 逆、裏、対偶。

07s3047: 今日といた B-5 なのですが、最初の積分を $x = -z$ とおき、次の積分を $x = z$ とおいて $-\int_0^{\infty} ze^{-\alpha z^2} dz + \int_0^{\infty} ze^{-\alpha z^2} dz = 0$ となる。というのがここで最初の項は $x = -z$ 、次の項は $x = z$ とおいているのに、なぜふたつの z は同じあつかいをされるのですか？ M: 積分変数

07s3048: p.93 3.7 で「箱の中の粒子の平均運動量は零である」とあるが、平均が零とはどのような状況なのか。 M: 07s3021 参照。

07s3050: シュレーディンガー方程式というのは、化学研究のどの分野で、よく使用されるものなのでしょうか。 M: 化学で、分子の構造、エネルギー、電子密度などと無関係なコトはあるのか ??

06s3003: 「線形演算子」の「線形」ってどういう意味ですか？ M: 言葉の意味が分からない

06s3004: [白紙] M: 提出物が要件を満足していません。《なら辞書を見れば？》

06s3008: 3-5 (b) の $\hat{A}^2 f(x)$ からなぜ $f(x)$ がでてくるのでしょうか？ M: “でてくる”とは？

05s2059: 調和振動子モデルにおいて、隣接準位にだけ遷移が許容されるのはなぜか。 M: 選択律