

08s3001: 電子をぶつけて一番崩壊しやすい原子は何ですか。 M: 私は知りません。調べて教えてネ。

08s3002: 粒子のトンネル効果などによって、粒子はポテンシャルエネルギーの壁を通ります。そのとき、私はポテンシャルの壁にぶつかり、はね返されるものと通り抜けるものが存在すると考えました。しかし、「粒子のしみ出し」という言葉がありました。しみ出しというニュアンスは多くの粒子が壁を通り、粒子がだんだんと消えていくように思えます。実際の粒子はどのように壁をとらえているのでしょうか？ [二つの絵は省略] M: 反射率、透過率、しみ込み率(?)等を計算して比べてみてはいかがでしょう。『関数もたくさんある。』

08s3004:  $\psi(x)$  およびその一階微分は 1 価、連続で有限でなければならないというのをまとめて「行儀よい」というのはなぜですか？ M: 名付け親に聞いてください。世間には行儀の悪い

08s3005: 電子は原子核のまわりをまわっているが、原子核中の陽子と、まわっている電子がくっつかないのはなぜですか？ M: 量子力学発祥の疑問の一つだったが、ポーア模型を経て水素原子のシュレディンガー方程式の厳密解にて解決。

08s3006: なぜ、 $\text{BH}_2$  分子は直線形なのに、 $\text{H}_2\text{O}$  分子は直線形ではなく、折れ曲がっているのでしょうか。その原因は何ですか。 M: 混成軌道や VSEPR モデル、または教科書 § 10.3 参照。

08s3007: 一重項状態は、2 つの分子軌道に電子スピンの反対向きに入っており、三重項状態では電子スピンの同じ向きに入っている。このような違いが見られるのは、電子にどのような作用が働いているからであろうか。 M: 電子間の相互作用が異なるから別の状態になるというのは論理が逆(?)

08s3008: 禁制遷移というのは、遷移が全く起こらないのですか？ それとも遷移確率が限りなく 0 に近いということですか？ M: 遷移の選択則を考える。そこでは、許容と禁制の二つしかない。

08s3009: ヘリウム原子のシュレディンガー方程式を解く場合、電子間反発項が解くのが難しい原因とあるが電子間反発項により、なぜ解くのが難しくなるのか？ また難しいだけで解くことが可能なのか？ M: 既出。p.237 末尾からの記述をよーく読め。

08s3010: 雷のスペクトルをとったら、どんな面白いことが分かりますか。 M: 挑戦してみたら？

08s3011: 核内の性質をしらべる場合、核 2 つを超高速にし、その反発をなくしぶつけた時、出てくる内部の粒子を調べる方法があると知ったのですが、このような方法以外で核内の性質を調べる方法はありますか？ M: ミクロの決死圏じゃなくて、ナノいやピコの決死圏；-P

08s3012: テキスト p.306 で点  $r_1$  で電子 1 が感じる電子 2 によるポテンシャルエネルギーは (原子単位で)  $V_1^{\text{eff}}(r_1) = \int \phi^*(r_2) \frac{1}{r_{12}} \phi(r_2) dr_2$  と書ける。とあります。ここで点  $r_1$  で電子 1 が感じる電子 2 と電子 3 によるポテンシャルエネルギーは単純に  $V_1^{\text{eff}}(r_1) = \int \phi^*(r_2) \frac{1}{r_{12}} \phi(r_2) dr_2 + \int \phi^*(r_3) \frac{1}{r_{13}} \phi(r_3) dr_3$  と書いていいのでしょうか？ M: 教科書では省略しているが (p.315)、フォック演算子について調べてみよ。

08s3013: p.225 で「完全な波動関数」という言葉がでてきていますが、どういうことでしょうか。 M: どういう話の流れか？ 『るんだあ。知らなかったなあ〜。(棒読み)』

08s3014: 電子の速さが  $2.188 \times 10^6 \text{ ms}^{-1}$  で光速が  $2.998 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$  と差があるが、質量以外でこのような差が生まれる原因は何なのか。 M: へえ〜、電子の速さって、そーゆー風に決まって

08s3015: ゼーマン効果は磁場中に原子が置かれたときに多重線が生じる現象ですが、磁場中以外の、特殊な環境下で多重線を生じさせることはできるのでしょうか。また、あるとすればどのような？ M: シュタルク効果『p.191 参照。または § 14.3, この核スピンを電子スピんに置き換えれば EPR。

08s3016: 物に可視光レベルの電磁波をあてると、電子が励起し、赤外線レベルでは、電子が振動しますが、マイクロ波などもっと波長が長い電磁波をあてると何か現象がおきるのでしょうか。 M:

08s3017: 中性子の影響を受けても劣化しにくい化合物はどうやって作っていますか？ M:

08s3018: 重なり積分の大きさは核間距離に依存していますが、結合エネルギーとはどのような関係がありますか。 M: 例えば教科書 § 9.3, § 9.4 参照。『エネルギーは消滅させられないからねえ

08s3019: 落雷時の稲妻の色が赤く見えたり青く見えたりしますが、この違いはエネルギーによるものなのでしょうか？ M: 稲妻が手前から奥に走ると赤方偏移して見え、逆向きなら青方偏移 :-P

08s3020: 原子番号が大きすぎて、電子密度が大きくなって電子どうしが反発して原子が不安定で存在しなくなりそうだが、原子番号に限界はあるのか。 M: だから電子殻の電子数に制限がある(?)

08s3021: p.227 図 6.3 について、例えば 3d オービタルでは  $r/a_0 = 25$  付近で確率密度が 0 になっているが、 $r/a_0 \geq 25$  では、確率密度が 0 なのか。ならば、なぜ規格化するとき、0 から  $\infty$  まで積分するのか。 M:  $r/a_0 = 25$  付近の確率密度を計算してみたら？

08s3022: 問 4.37 でポテンシャル障壁にしみ込む確率 T ... とあるのですがしみ込むとはどのような状態なのでしょうか。 M: スポンジに水がしみ込む... から類推できないの？

08s3023: 陽子や中性子や電子に色はあるのか？ M: それを解明する学問が、量子色力学 :-P

08s3024: 光子について、調べたら、光子は、電磁相互作用を媒介するゲージ粒子である、とありました。そして、ゲージ粒子は、四つの力の相互作用を引き起こす、ボース粒子であるとあったのですが、つまり光子とはどういうことなんでしょうか。 M: どういうことって、そういうことですけど。

08s3026: 異なる多重度の状態に遷移するのは禁制です。教科書には「禁制」としか書かれていないのですが、具体的な理由は何なのでしょう。 M: 遷移モーメント積分がゼロか非ゼロか。

08s3027: 物質によってその熱膨張の仕方は多種多様であるが、物質の熱膨張は主にどのような因子が大きく作用しているのだろうか。 M: 熱くて汗かけばやせるのにね :-P

08s3028: 角運動量の 3 成分の値を同時に精確には測定できないなど学んできたが、角運動量の測定はどのようにするのか。 M: 慣性モーメント？ 磁気モーメント？

08s3029: 溶媒に溶質を加えていくと凝固点下がっていきますが、溶質の種類によって凝固点の下がり具合に変化はあるのでしょうか？ M: 希薄溶液の束一的性質とは？

08s3030: 素粒子に対して重力は無視しているが、それでも質量はあるのだから「沈む」という現象は素粒子の世界でも起こるのだろうか？ M: 例えば電子に働く力として計算してみたら？

08s3031: 中性子が電子と陽子に分かれる際にはどのようなことが起こっているのでしょうか？ M: 素粒子物理学を勉強してみたら？

08s3032: 紫外可視分光法により特定される分子は一定の波長の光にのみ反応する地点が現われるが、なぜ置換基が応答する範囲は有限なのだろうか。 M: 意味不明

08s3033: なぜ水素型原子の縮退度は  $2l + 1$  なのでしょう。 M: 教科書 p.219 参照

08s3034: 変数分離法では、「 $u(x, y)$  が  $x$  の関数  $X(x)$  と、 $t$  の関数  $T(t)$  に因数分解できると仮定し...」(教科書 p.45) とありますが、 $u(x, y)$  がこの形  $u(x, y) = X(x)T(t)$  にすることができない関数の場合はどうなるのでしょうか？ M: 困る。別の方法を考える(?) 『質問の主旨が不明

08s3035: 太陽を中心としたとき、各惑星が回転する方向と速さが決まっているのはなぜか。 M:

08s3036: 波長には長いものや短いものがありますが、例えば短い波長が長い波長に変化したりはしないのですか？ また、変化する場合、どうして変化するのですか？ M: 引っ張れば伸びるの

08s3037: 直線形  $\text{XY}_2$  分子が折れ曲がると、二重縮退した  $1\pi_0$  オービタルの縮退が解けるのはなぜか。 M: 分子の骨格とオービタルの絵を重ねてみれば、見るからに非等価でしょう。『カモネ :-P

08s3038: 粒子がポテンシャル障壁にしみ込むのはどのようなことを表すのか。透過とどのように異なるのか。 M: 壁の中で粒子を見出す確率がゼロではない。透過は壁の向こうの話。

08s3039: 6.41 で具体的に検証して何が得られるのですか？ M: 知識の定着, 学力の向上, 等々 :-P

08s3040: 量子力学的トンネル運動において, 粒子がポテンシャル障壁を通り抜けた [ママ] 場合, その粒子はどのような働きをし, 通り抜けた後はどうなるのですか？ M: 何度も言うが, 量子力学的粒子は, 古典的な運動の軌跡を持たない。『などで調べてみたら？

08s3041: 電子はスピン量子数を持っていますが, 原子核, とりわけ原子核を構成する陽子, 中性子にも似たような (角運動などではない) スピンは存在するのでしょうか。 M: 例えば, 理科年表

08s3042: 化学反応で試薬の濃度を上げると反応が速くなる反応がありますが, 限界はないのか？ M: 無限に濃度を上げて, 無限に速くなることはないでしょうね ;-) 教科書 27-30 章あたりが

08s3043: 対称性のない分子に対して群論は使いみちはないのですか？ あるとしたら何がありますか？ M:  $C_1$  の対称性ということ, キラルということ。『参考になるのでは

08s3044: 分子式は知られているが, 構造式が未知の分子はありますか。 M: そりゃあるでしょうね。

08s3045: 原子番号の大きい原子ほどスピン軌道相互作用が大きくなる「重原子効果」というのがありますが, これはどのような実験で確認できますか？ また, 原子番号が 1 つ大きくなるにつれ, 相互作用はどれくらい大きくなるのでしょうか？ M: p.344, 問題 6.46 参照。  $Z^4$  に比例する。

08s3046: 近似的方法において変分法と摂動論の他に違う方法による近似の仕方はあるのですか？ M: ムリヤリ (?) 数値解を求めてしまうという方法はアリかも... 『J 殻, I 殻... :-P

08s3048: 電子はなぜ原子核に一番近い K 殻にまでしか近づけないのか？ M: K 殻の内側に

08s3049: エテンの 電子のエネルギーよりもブタジエンの非局在化したエネルギーの方が大きい, トルエンなど炭素原子がブタジエンよりも大きい分子の非局在化したエネルギーの方がブタジエンのエネルギーよりも大きくなるのでしょうか？ M: 質問の意味不明。言葉は正確に, 明解に。

07s3001: (6.53) 式では Prob は  $dr$  がついているが 例題 6.11 の Prob(1s) はついていない。どうの意味が違うのですか？ M: 厳密な違いは意識されていないようだ。後者であっても前者の

07s3002: p.258 に「一組の斉次方程式で意味のある解が求められるとすれば, 式 (E.9) と式 (E.10) の分母が 0 になる場合とありますが, 分母が 0 になるのは数学的にありえないのではないのですか？ M: 分子がいくつになるか考えて見ましょ 『意味と考えると差し支えなさそう.....かな

07s3004:  $\hat{H}_1^{\text{eff}}(r_1)\phi(r_1) = \epsilon_1\phi(r_1)$  を解く方法は「つじつまの合う場の方法」というとありますが, 「つじつまのあう」とはどういう意味ですか？ M: 教科書 pp306-307 をよく読め。

07s3005: 水素原子の  $2p_0$  と  $3p_0$  のオービタルは,  $l=1$  の水素原子波動関数の実関数の角度部分が同じなのはなぜですか。 M: 変数分離して解いた意義は何でしょうか？

07s3007: 7 章の冒頭に, 水素原子よりも複雑な場合には, シュレーディンガー方程式は近似的にしか解けないと書いてあるが, 解けない方程式の存在意義がわからないのですが。 M: 質問になっていない。科学の研究では, 解けるかどうか不明な問題に取り組んでいるわけだが...

07s3008: ボーア磁子とはどのようなものか。 M: p.245 に定義が書いてあるが？

07s3009: 時間とは何でしょう。観測にあたっては観測者の主観でしか観測できないように思えますが時間を客観的に観測する方法はありますか。 M: 腹時計でなく腕時計を用いる :-P

07s3010: 摂動法と変分法以外の近似法にはどのようなものがありますか。また, その中で勉強した方がよい近似法はありますか。 M: 08s3046 参照。まずは摂動法と変分法をしっかり身につけて。

07s3012: 先週の質問に対するコメントで, 帰納法では証明にならないとありましたが, 自分は帰納法でも十分論理的だと思うのですが, どこが非論理的なんですか？ M: 思うのは個人の勝手だが, 論理はそうっていない。N 個確かめて正しくても, N+1 個目が正しい保証は無い。

07s3013: p.306 の, 『つじつまの合う場の方法』というのは, どれくらい計算をくり返せば解くことが

できるのですか？ M: 場合による。波動関数の初期値が良ければくり返し回数は少なく済む。

07s3014: なぜ磁場が存在すると準位は分裂するのですか。 M: ゼーマン効果については既出

07s3015: 問 3.29 において, 「壁が  $\pm a$  あるいは 0 と  $2a$  にあるかどうかで波動関数が変わるようにみえるのは『困ったことになるか』とありますが, 困ったこととは, どんな場合を指しているのでしょうか。 M: 困らなければ, 別にいいです。

07s3016: ゼーマン効果は, どのようなことに活用できるのか。 M: NMR, MRI, EPR etc.

07s3017: 天空の城ラピュタの高度について, 植物があることから森林限界を考えて, 高度 4000 m 以下であると予想される。しかし, この高度では山にぶつかったりするのではないのか？ ラピュタの世界には, そこまで高い山はないのか？ M: 高度な科学力により, 森林限界を無効にできる :-P

07s3019: 真空状態で光はいろんな粒子との摩擦抵抗で止まっているんでしょうか？ M: 珍説 :-P

07s3021:  $\nabla^2$  について, 平面極座標から極座標への変換がよくわかりません。 M: 質問になってない

07s3024: ボーア磁子と磁気モーメントはどのような関係があるのですか。 M: 素電荷 (プロトン)

07s3027: シュレーディンガー方程式を  $\hat{H}\psi(x) = E\psi(x)$  と表現するが,  $\hat{H} = E$  とはならないのか。 M: ならない。  $\hat{H}$  は  $E$  に対応する演算子という意味はあるが (表 4.1), 『の電荷』と電荷との関係

07s3030: 物理化学演習の今日までの範囲の中で, 先生のおすすめの問題はありますか。あるならば答えて欲しいです。 M: 立場上「全部」と回答しておく :-P 『教科書で行列式の定義を確認せよ

07s3031: 一つの行を別の行, あるいは一つの列を別の列に足したり引いたりしても行列式の値は不変であるという性質は  $n \times m$  行列式 ( $n \neq m$ ) についてもあてはまるのか？ M: 線形代数の

07s3032: p.210 で, 定係数を持たない  $\Theta(\theta)$  の微分方程式 (6.13) を  $x = \cos\theta$ ,  $\Theta(\theta) = P(x)$  とおいて解いていますが, それで解けない微分方程式はどうやって解けばいいんですか。 M: 応用

07s3033: 章末問題 6.10 のウンゼルトの定理の特別な場合がどういことなのか分かりません。どういことなのかですか？ M: 問題文中「これ」は何を指すのか？ 『数学系のテキスト参照

07s3035: 6.3 節で (6.36) 式から (6.37) 式を求めるときに, どれも似たような形をしているのに (6.37) 式で  $\hat{L}_z$  だけが比較的単純な式になるのでしょうか。 M: 質問になってない。

07s3039: 章末問題 6-52 や 6-53 のような, 同じ操作をくり返して法則性を見出す問題では, その法則性が確かなものと言えるためには, どの程度, 操作を繰り返せばよいのでしょうか？ M:

07s3041: なんて古典物理学だけ名前が違うのですか？どこからどこまでが古典的なのですか？ M: 何の話か, 意味不明。量子論じゃないものが古典論。『帰納法では証明にならない

07s3042: 目で見る事のできる物質波はあるのですか？ M: 電子が波動関数で表せるから, 見える。

07s3044: 物理学を勉強するのにあたって先生のオススメの参考書はありますか？ M:

07s3046:  $e^2/4\pi\epsilon_0|r_1 - r_2|$  電子間反発項は  $\equiv 1$  はどのような近似法に  $\equiv 2$  ののですか？ [ $\equiv 1$ ,  $\equiv 2$  は判読不能] M: 意味不明です。『サポート web ページ参照

07s3047: 水素原子のオービタルは 1s オービタルの他に 3 種類の p オービタルがあるとかいてあり, 球対称でなく  $\theta$  と  $\phi$  に依存するとあります。電子が 1 個しかないのになぜ対称でないのでしょうか？ M: サッカーボールは試合中フィールド内に 1 個だけだが, その軌跡は球対称か？

06s3003: p.242 に「量子力学的ビリアル定理」とあるが, 他にどんな「~的ビリアル定理」があるのか？ M: 量子じゃない力学的ビリアル定理 :-P

06s3004: [白紙] M: 提出物が要件を満足していません。

06s3008: ラプラス演算子とは要するに何ですか？ M: 要するも何も, (3.45) 式。

05s2059: ベンゾフェノンがベンゾフェノンケチルになると青色になるが, これは何によるのでしょうか。軌道のエネルギーは変わらないはず。 M: なぜ軌道のエネルギーが変わらないといえる？