

物理化学演習 A (20100524) M: 以下は宮本のコメント

08s3001: 音などの振動を通しやすい物質と通しにくい物質の違いに分子の振動は関係あるのですか。

M: 音の振動と分子の振動の、それぞれの振動数はいくら位か？

08s3002: 問 5.9 の解答で「 $J \text{ m}^{-2} \cdot \text{分子}^{-1}$ 」の分子<sup>-1</sup>の部分がなかった理由は、「1 分子について考えたからです」ということでした。なぜ、1 分子について考えた場合は大丈夫なんですか？

M: 納得できなきゃ聞き返せばいいのに。では 2 分子について考えてみたら？

08s3004: 新しい公式や定理を導き出した場合、それが正しいかどうかを判定するためにはどうすれば良いのでしょうか？ M: 証明でもすればいいんじゃないの？

08s3005: 電荷が移動すると磁場が生じるのはなぜですか？ M: 私たちのいる世界はそうなってる。

08s3006: なぜ分子が光を吸収する過程(回転遷移, 振動遷移, 電子遷移)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をとるのはどうして？ M: 作用する力が異なる

08s3007: 二原子分子は、本当の剛体回転子とは呼べない。なぜなら、振幅は小さいが同時に振動しているからである。二原子分子に、何らかの作用をし、本当の剛体回転子と呼べるようにならないだろうか。 M: 実在の原子・分子で剛体を作ることは可能か？ 《ことを聞きたいの？

08s3008: なぜ二原子分子の振動が調和振動子として近似できるのですか？ M: 式 (5.23) 参照。

08s3009:  $N_2$  のような赤外線を吸収しない分子は振動をしないのか？ M: §13.9 参照

08s3010: 量子テレポーテーションで、情報なら光速を超えて伝達できるらしいですが、分子にも適用できないものですかねえ... M: 目前の電子が銀河の彼方で観測される確率はゼロではない。

08s3011:  $KLaF_4$  結晶中に  $Sm^{2+}$  イオンを入れると発光し、光メモリーへの応用が期待されていると聞きましたが、アクチノイド原子の +2 価イオンでは発光は示さないのですか？ 発光を示すなら、なぜアクチノイド原子の +2 価イオンは使用しようとはしないのですか？ M: どんな

08s3012: 問題 D.5 のテキストの解答では  $2\pi a^2$  となっていますが、半球の表面積を求める問題なので球の断面積では  $\pi a^2$  を足さなくても良いのですか？ 解答が間違えているのですか？ M: 出題の主旨は、微分表面積 (D.5) 式の理解だが？ 《元素のどんな同位体があるか？

08s3013: p.182 に「調和振動子の  $E_0$  に対応した波動関数は縮退しておらず、」と書かれていますが、なぜ縮退していないと言えるのですか？ M: エネルギーは式 (5.30) で与えられるが？

08s3014: 教科書 p.208 の式 (6.8) は、水素原子オービタルの半径方向の依存性を与える式であるが、依存性を与えない式があるならば どのような式が考えられるのか。 M: 何をイメージしてるのか、さっぱりわからない。変数分離して解いた成果を全部反故にするというのか？

08s3015: 二原子分子に剛体回転子モデルを用いて考察するにあたり、教科書 (p.187) では「二原子分子は ~ ~ と考えるの も よい近似である」と記述していますが、これは別の近似として調和振動子のことを指しているのでしょうか。それとも第三の近似がある？ (あるとすればどのような？) M: 何についてのどういうモデル・近似なのか？

08s3016: スピンの状態が混合して、禁制遷移のも遷移しますが、スピンの状態が混合している状態はどのような回転をしているのですか。 M: スピンと空間内での回転運動とは別次元の話。

08s3017:  $B_2H_6$  のような三中心二電子結合は、どのような結合か？ M: ルイス構造は書けないネ。

08s3018: 吸収スペクトルと蛍光スペクトルは基底電子状態と励起電子状態で振動の振動数が同じ場合、反対称になりますが、違う場合、スペクトルの形はどのように変化しますか。 M: どこがどう“反対称”なのか？ 振動の振動数はスペクトルにどんな影響を与えるのか？

08s3019: 光は重力によって曲がりますが光の進行方向が重力と逆平行の場合でも速度は一定なので

すか？ M: 相対論を勉強したらいいか？ 『とっての熱エネルギーとは何か？

08s3020: 私たちが感じる熱さや冷たさは、神経や脳が感じるものであるが、私たちは分子や原子の運動エネルギーもしくはエントロピーを観測しているといえるのか。 M: 原子や分子に

08s3021: なかなか質問・コメントをもらえません。質問・コメントをもらえるような説明にするためには、どういった努力が必要でしょうか。 M: 教員の苦勞が少し分かっていただけたかと:-<

08s3023: 仮に太陽系の惑星の 1 つが消えてなくなった場合、他の惑星の軌道や自転、公転運動にどのような変化があるのか。 M: 例えば地球におよぼす木星による重力の大きさは？

08s3024: ヒルベルト空間という言葉があって調べてみたのですが、よくわかりませんでした。どういう空間のことを意味するのですか。 M: ユークリッド空間を無限次元の複素空間へ拡張したものの、との説明のどこがわからないのか？ 『三体問題は一般に解けるか？ 二体問題はなぜ解ける？

08s3026: 換算質量を導入することで、2 体問題を 1 体問題に還元できますが、3 体問題も同様に還元することができるのでしょうか？ できないならどのような方法を用いるのですか？ M:

08s3027: 分子は光などのエネルギーを与えることによって基底状態から励起状態に遷移するが、エネルギーを与えても基底状態から励起状態に遷移することがない分子は存在するのだろうか。 M: 08s3009 参照 『推定の可否についてどう述べているか？

08s3028: 不確定性原理により、位置(運動量)の観測値の精度を上げると、それと反比例して運動量(位置)に関する不確定性が増すが、同時に測定できないこの 2 つのより正確な状態を推定するにはどうしたらよいか。 M: 不確定性原理はその 『歴史参照。互いにどう区別されたか。

08s3029: 新しい元素を発見したかもしれない時、その元素を既存の元素と違う元素という事を証明する方法はどういったものがあるのでしょうか？ いちいち「これは水素ではない」、「これはヘリウムでもない」と、実験を行って確かめるのでしょうか？ M: ランタニド元素発見の

08s3030: 質量が 0 の粒子は光速よりも速くなれるのか？ M: 光子は？

08s3032: x 軸上(一次元条件で  $x=0$  と  $a$  の外には存在不可)で  $x=0$  と  $a$  の間にとじこめられた質量  $m$  の自由粒子が障壁に当たった時、巨視的(古典力学)ではエネルギーが失われると考えられますが、量子的な視点でエネルギーが失われる場合、粒子の平均の位置や平均の運動量にはどのような影響を与えると考えられるだろうか。 M: 障壁に当たってエネルギーを失うのですか？

08s3033: なぜ分子の双極子モーメントが振動する間に変化しなければ遷移は起こらないのですか。 M: p.181 に 13 章で学ぶと書いてあるので、自分で勉強してみればいいのでは？

08s3034: 波動関数に虚数が含まれることの意味は何なのでしょうか？ 特に深い意味はないのでしょうか？ M: 自然の本質。

08s3035: 磁子は存在しないと聞いたことがあります。なぜ存在しない磁子を問題などで考えるのか。 M: え？ ボーア磁子とかあるでしょ？

08s3036: 剛体回転子は 2 原子分子のモデルですが、2 原子分子は実際は振動しているので、その分の補正はどのようになされるのでしょうか？ M: p.193 参照 // §13.3 (p.537) 参照

08s3037: 二原子分子はなぜ遠赤外線領域で回転遷移が起こるが遠紫外線領域では起こらないのか。 M: それぞれの電磁波のエネルギーは？ 『原子同士の結合角はいくらと考える？

08s3038: ビシクロブタジエンの構造は平面的であると考えられるのか。 M: 実在の分子か？

08s3039: 5.9 の  $D = 7.31 \times 10^{-9} \text{ J} \cdot \text{分子}^{-1}$  の単位「 $\text{J} \cdot \text{分子}^{-1}$ 」は何を表わしているのですか？ M: そのまんま

08s3040: 回転スペクトルと電子スペクトルと振動スペクトルは、電子のどのような動きで現れ、どの

ように区別しているのですか。 M: 本気？それぞれは何のどういうエネルギーに相当する？

08s3041: ブラックホールから光は逃げられないといったように重力が光子に影響を及ぼすのは分かってはいますが、重力に光子が影響を及ぼすことはあるのでしょうか（重力子が発見されていないので知ることは不可能？）。 M: 光子による重力場、又は光子力エネルギーで  $E = mc^2$  :-p

08s3042: 光反応によって光量子を吸収した分子の内、反応しない分子があるのはなぜか？ M: 反応する・しないは、例えば電子の挙動の違いであり、それは確率過程。

08s3043: 教科書の4章までは電子ではなく粒子という言い方ばかりしているのですが、なぜですか？電子以外にもシュレーディンガー方程式は使えるのですか？ M: 本気ですか？

08s3044: 蛍光とりん光の発光は発光の時間以外に何か違いはありますか。 M: 図 15.1 参照。

08s3045: スピン-軌道相互作用により、電子は純粋な一重項や三重項にならないそうですが、どれくらい純粋でなくなるのですか？ M: 相互作用の大きさによるだろう。

08s3046: 分子の運動エネルギーを増加させたとき それと同時に分子が持つ電子の運動エネルギーも増加するのですか？ M: ボルン-オッペンハイマー近似を考慮せよ。

08s3048: 調和振動子のエネルギー準位は、 $E_v = \hbar\omega(v + \frac{1}{2})$ , ( $v = 0, 1, 2, \dots$ ) ですが  $v = 0$  の基底状態のエネルギーを失うことはできないのですか？ M: どの状態に遷移するのか？

08s3049: p.58 の縮退がどういったことを示しているのか理解できません。 M: 式 (2.50) の次

07s3001: p.181 に“二原子分子の力の定数はおよそ  $10^2 \text{ Nm}^{-1}$  程度である”とあるが、表 5.1 を見るとその値から大きくずれているように思われるのですが、どう考えればいいのでしょうか？ M: 原文は“(force constants are) of the order of  $10^2 \text{ Nm}^{-1}$ ” 《の行の式は間違ってますね。

07s3002: 教科書 p.175 に  $\mu \frac{d^2x}{dt^2} + kx = 0$  がスッキリした物理的意味をもつとありますが、スッキリした物理的意味とはどういうことですか？ M: §5.1 参照, 式 (5.3) と同形。

07s3004: 問題 4.29 で  $a_n - a_n^* = 0$  となるのはなぜですか？ M: 授業中に聞かないのはなぜ？

07s3005: 量子力学的に考えると、二酸化炭素の調和振動と温暖化の関係はどのようなものなのか？ M: なんか関係あるのでしょうか？分子振動は赤外線レベルのエネルギーということ？

07s3007: 式 (5.26)  $\frac{d^2\psi}{dt^2} + \frac{2\mu}{\hbar^2}(E - \frac{1}{2}kx^2)\psi(x) = 0$  を解くと、エネルギーがつぎのようにとびとびの値に制限されているときのみ、行儀がよく有限な解が得られる。行儀がよく有限な解とはなんなのでしょうか。 M: 行儀のよい関数は既出。

07s3009: 量子力学的に考えた場合、CO<sub>2</sub> の調和振動と地球温暖化の因果関係とはどういったものか。 M: 07s3005 参照 『楕円体座標 (p.393 参照)

07s3010: 直交座標系、極座標系は量子力学で重要ですが、その他に使える座標系はありますか。 M:

07s3012: D.9 に  $Y_1^0$  や  $Y_1^1$  がでてきますが、これは何ですか？ M: 球面調和関数 (p.215 参照)

07s3013: 教科書の例題 7.1 で、『試行関数として厳密な基底状態の波動関数を用いた~』とありますが、 $\psi(r) = e^{-\alpha r}$  が p.264 にある  $\psi(r) = e^{-\alpha r^2}$  よりも厳密だというのはどうやってわかるのですか？ M: “厳密 (exact)” という言葉の意味を誤解してる。前者は式 (7.6) の解析解である。

07s3014: どんな二原子分子においても、マイクロ波スペクトルの間隔は等間隔といえるのですか。 M: 08s3036 参照。

07s3015: 直行座標 [ママ] で取り扱いにくい問題に対応するために極座標を取り入れたとあるが、結局極座標の計算の途中でまた直行座標に戻しているのは何故か？ M: どの話でしょうか？

07s3016: 二原子分子の振動エネルギー準位はどうやって求めるのか。 M: 教科書 p.178 参照。

07s3017: 章末問題 5-1 を計算したところ  $m \frac{d^2x}{dt^2} + kx = (k - m\omega^2)(A \sin \omega t + B \cos \omega t)$  と

なり、 $\omega = (\frac{k}{m})^{1/2}$  と仮定しているので  $k - m\omega^2 = 0$  になります。この場合には  $x(t) = A \sin \omega t + B \cos \omega t$  が調和振動子のニュートン方程式の解といえる理由が分かりません。 M: 質問になっていない。ここでニュートン方程式はどんなものか？ 『べつに。』

07s3019: ハイゼンベルクの不確定性原理が発見されなかった場合、どうなっていたか。 M:

07s3020: 量子論で等価原理は成り立つのでしょうか？ M: 何の等価原理ですか？

07s3021: 問題 5.30 で、“偏微分の連鎖規則”というものがあるのですがどんな規則ですか？ M:

07s3024: 「amu」は どのようなときに用いられますか？ M: 必要なとき。《式 (2), (3) が実例

07s3027: 複素共役をわかりやすくとらえるためには、どのようにイメージするべきか。 M:

07s3030: D.9  $Y_1^0$  [下線部を指す矢印] 何の頭文字ですか？ M: 私は知りません。《ガウス平面は？

07s3031: 章末問題 D.5 について、教科書の解答では、半球の表面積は球の表面積の半分となっていたが、半球の切面を含めると球の表面積の半分にならない。半球の場合はなぜ、切面部分を表面積に含めないのか？ [図は略] M: 08s3012 参照

07s3032: 電子に 1,2,3... と名前をつけることができれば、結合に関与する電子は 1,3 と決まっているんですか？ M: 質問の意味不明。

07s3033:  $\hat{p}^2$  と  $\hat{x}^2$  の期待値を同時に 0 にするのは不確定性原理に反することになるが、どうにかにて [ママ] 0 にすることはできないのですか？ M: 十分に成功している原理を否定するのか？

07s3038: 剛体回転子のエネルギー準位と、吸収遷移について、吸収遷移は必ず隣接準位間で起こるのは、なぜですか?? M: § 5.9 に書いてあるとおり、§ 13.12 参照。

07s3039: 問 5-9 の  $V(x)$  の ..... の部分もポテンシャルエネルギーですよ。そうでなければ何なんのでしょうか？ M: 神託が必要なのか？

07s3042: 3次元の箱では x,y,z の箱を考えて、縮重などを考えているが 現実には箱と違い大きさが様々だがどう縮重を考えればよいのか。 M: アンモニアやベンゼン、さらにはフラーレン等

07s3043: 図 3.2 で箱の中の粒子の確率密度の波の幅は同じであるのに対し図 5.8 の調和振動子の確率密度の波の幅は外側の波より内側の波の方が低いです。この違いはなぜですか。 [図は略] M:

07s3047: 核の陽子が融合したり、分解するとなぜ莫大なエネルギーが使われたり放出されるのでしょうか？ M:  $E = mc^2$  相対論を勉強してみたら？《表 5.3 に波動関数が与えられている

07s3048: [白紙] M: 提出物が要件を満足していません。

07s3050: アインシュタインは「神はサイコロを振らない」と言って、量子力学を批判したそうですが、アインシュタインは量子力学のこういった点に対して疑いの目を持っていたのでしょうか。 M: 読書感想文のネタ発見！

06s3003: p.181 の最後の文で“系統的にモデルの補正や拡張をすれば”とあるが、具体的にはどのような補正や拡張をするのか？ M: pp176-177 等を参照。

06s3004:  $\frac{d}{dx}$  って何て読むんですか？という質問に正解はたぶん無いという答えでしたが正しい読み方は無いということでしたら 一般的にどう読まれているかという質問には別の答えになりますか M: なるかもネ。その場合、聞く人には一般的な知識・常識がないということ？

06s3008: D-9 の表面全体にわたってとは、どのように証明すればいいのでしょうか？ M: 授業時間に聞かないのはなぜ？原文は“over the surface of a sphere”です。

05s2059: H 原子は s オービタルの対称性から架橋配位することが可能だが、Na や K は架橋配位することができないのか。(電気陰性度的に難しいだろうが) M: 本当に対称性が理由か？“配位する”とは電子対供与でしよ？ H, Na, K は電子対供与が可能か？