

17S2022: ラプラス演算子は多くの物理的問題に現れると教科書にありますが、どのような問題がありますか？

M: 物理を勉強すれば分かるのでは.

18S2003: ・赤外線領域では振動運動、マイクロ波領域では回転運動が起こると思いますが、2つの領域の境界で運動の仕方が突然変化するものなのですか？それともじわりと変化するものなののでしょうか？ // ・電磁波を調和振動子モデルとして考えることはできますか？ // ・赤外線を吸収する、しないの話がありましたが、CO₂の増加のみを一概に悪とするのはとても疑問だと思います。もともと地球そのものが起こす環境変化についても考えるべきだと思いますが、宮本先生はどう考えますか？ **M:** 本気ですか？自分で考えて分からないのはなぜか？ // なぜ赤外線領域では振動運動で、マイクロ波領域では回転運動なのか？振動運動のエネルギーは具体的にどれくらいか？ // 考えるのはあなたなので、考えたければ考えればいいのでは？ // 私の個人的な意見を聞いてどうするのだろうか？地球そのものが起こす環境変化とは何か？人為的な影響と切り分けできるのか？人も地球に自然発生した生物なのでは？

18S2014: 分子内の元素がどれくらいまでなら調和振動子とみなすことができますか。 **M:** 意味不明. “元素がどれくらい”とは?? // 20S2046 も参照

18S2018: 波動関数の染み出しにより無限大障壁の外に存在確率がある時、その系に対してどんな影響が出ますか。 **M:** 何を期待しているのか分からない. // 勘違いもありそうな予感. 調和振動子には無限大障壁などない. // しみ出していない調和振動子としみ出している調和振動子とを比べることはできないので、しみ出しの影響を評価することはできない.

19S2004: 二原子分子のポテンシャルを調和振動子モデルとして考えたように多原子分子でも同じように考えられますか？ **M:** 本気か？考えるのはあなたなのだから、考えたければ考えればいいのでは？ // 20220118 の 20S2039 参照

19S2011: p.181 の調和振動子モデルからのずれを系統的にモデルの補正や拡張をすれば、このずれを説明できるとありますが、具体的な数式で表せるとしたら、その数式の導出過程はどのようになるのでしょうか？ **M:** もしかしたら“系統的に～”の意味を理解していないのでは？ // 二原子分子の本当の核間ポテンシャルがフックのポテンシャルでない(調和振動子でない)としても調和振動子に近似できるという話は、教科書のすぐ前の所に記載されていたのでは？ // テイラー展開と言ってみるテスト

19S2017*: どうして分子が赤外線を吸収するために双極子モーメントが変化しなければならないのですか？ **M:** こういう素朴に見える質問が、意外と本質をついていることもある. // 数式としては教科書 13 章 p.570 に書かれている. // 物理的な現象・モデルとしては“分子の何が赤外線の何と相互作用し、共鳴・共振するのだろうか?”ということ. なお、こういう *物理的描像* を考えるときには、古典的モデルが直感的でわかりやすい.

19S2022: 赤外線スペクトルを剛体回転子でも説明できるのでしょうか。 **M:** 本気か？現象によって関与するエネルギーの大きさが異なる. 教科書 pp.531-532 や参考書も参照.

19S2026: 零点エネルギーについて、古典力学系で考えると、調和振動している物体は、エネルギーが最低の準位のとき、エネルギーを 0 と考えて全く差し支えないと言うだけで、完全にエネルギーが 0 になることは無いということですか。 **M:** 本気か. 自分で判断できないのはなぜか？ // 古典力学系でエネルギーがゼロになることは、本当に無いのか？古典力学系で全エネルギーがゼロの時、運動エネルギーとポテンシャルエネルギーはそれぞれいくらになるか？

19S2045: 零点エネルギーはなぜ存在するのか。また、零点エネルギーがある事でどのような事にメリットがあるのか。 **M:** 本気か？なぜとかメリットとかいう話ではないのでは？ // 単に、量子力学的な調和振動子はそうになっているというだけでは？ // もし零点エネルギーが無かったら、という話は講義でも説明したのだが、伝わってなくて残念.

20S2001: 今回は赤外線の吸収について学びましたが、紫外線を吸収する物質は具体的にどんなものがあるのでしょうか？ **M:** 本気か？自分で調べようとしらないのはなぜか？ // 教科書にも、p.90 にブタジエンの吸収帯の話や章末問題 3.6, 3.27 にヘキサトリエンやポルフィリンの話がある. また pp.655, 657 にもアセト

ンと ICN の光吸収が記載されている。他にも有機化学や無機化学の教科書や参考書に、紫外線を吸収する化合物はたくさん出てくるはずだ。もちろん化学便覧などのデータ集を参照しても良い。

20S2002: 講義では赤外線吸収を学んだが、紫外線も双極子モーメントの影響を受けて吸収量が変化するか。また、赤外線を吸収しない窒素や酸素はどのような方法で測定されるのか。 **M:** 観測される現象が異なるので関与の仕方は異なるが、双極子モーメントが関係あるにはある。詳細は教科書 13 章や参考書を参照。// 後半については 20S2012 参照

20S2003: 非調和的であれば隣接準位間でなくても遷移は許容されますか？ **M:** 選択律 $v = \pm 1$ が厳密に適用されるのは、調和振動子の場合。教科書 13 章や参考書を参照。

20S2006: 調和振動子のポテンシャルと二原子分子の核間ポテンシャルが近似できる部分があるのはなぜですか？ **M:** 20220118 の 21S2019 参照

20S2007: 一次元調和振動子型のポテンシャルを考えた時に、古典力学で許される運動の領域をこえて粒子が存在する確率はどのようにして求めるのか **M:** 本気か？自分で考えて分からないのはなぜか？量子力学の基本原理解が身につけていない予感。// 教科書 4 章の公理 1 や参考書をよく読めばいいのでは？

20S2010: 二原子分子でないですが、メタンや二酸化炭素は分極しやすすくないにも関わらず赤外線を吸収しやすいのはなぜでしょうか。 **M:** それらの分子が“分極しやすすくない”と考えたのはなぜか？根拠は何か？// “分極のしやすさ”とは何か？どういう物理量か？どうやって測定するのか？// 分極のしやすさと赤外線の吸収しやすさとの関係は？なぜそう言う関係だと言えるのか？

20S2011: 表 5.1 より、水素と重水素は結合長が同じであるのになぜ基本振動が大きく異なるのか。また、ハロゲン化水素において、ヨウ化水素になると力の定数が大幅に下がってしまうのはなぜか。 **M:** 本気か？自分で考えて分からないのはなぜか？// 基本振動数は何に依存するのか？// それぞれの pK_a は？無機化学の教科書や参考書も読めばいいのでは？

20S2012: 窒素や酸素の赤外吸収はどんな方法で求められますか。 **M:** 本気か？赤外線を吸収しないと言っているのだが？// 分子振動を観測する振動スペクトルとしては“ラマン散乱”がある。教科書や参考書を参照。また、電子遷移に振動構造が乗ることもある。

20S2016: 式 (5・26) について、他にもこの式のような定係数を持たない有名な微分方程式はありますか？ **M:** 本気か？教科書や参考書を読めばいいのでは？// ルジャンドル方程式とか 水素原子の動径方程式とか。

20S2018: 波動関数のしみ出しにより、ポテンシャルの外にも存在確率があることは、波動関数の二乗したもので表すことはできるのでしょうか。 **M:** 20S2007 参照

20S2021: 二原子分子の力の定数を求める際に電磁スペクトルを用いて求めていましたが、他にも求める方法がありますか？ **M:** 自分で調べたり考えたりすればいいのでは？// 電磁波を用いずに、どうやって分子を見ることができるのだろうか ; -p

20S2024: 二原子分子を球とバネで表現しているモデルについて、多原子分子でも同様に表現した際、エネルギー換算質量はどうなっていますか。 **M:** “エネルギー換算質量”とは何か？// 20220118 の 20S2039 参照

20S2026: 調和振動子の基底状態の波動関数の存在確率の空間分布と、粒子が存在できる範囲について古典論との違いを教えてください。 **M:** 質問が記載されていない。// 自分で教科書や参考書を読んで勉強しても分からないのはなぜか？// 講義でも簡単に説明したのだが、全く伝わっていないようで、残念。

20S2028: バネ定数を求める式がありますが、分子には水素結合や、共有結合など様々な結合の仕方がありますか、例外なくその式でもとめられるものなんですか？ **M:** バネ定数を求める式とは？自分で判断できないのはなぜか？// 様々な結合の仕方に応じて原子間の結合のモデルが違うのか？

20S2029: 調和振動子における固有状態の重ね合わせで時間が経過して系が変化するのは自明ですか。 **M:** 何をやろうとしているのか分からない。自分で重ね合わせてみればいいのでは？

20S2030: マクローリン展開において収束半径が決まってしまうのはなぜですか？ **M:** 数学の基礎 (解析学) を復習すれば分かるのでは？

- 20S2033:** 波動関数の染みだしについて調べていたところ波動関数が空間的に広がると説明があったのですが、次元的に空間という概念が存在するのが理解できません。 **M:** そうですか、しかし質問が記載されていません。// 意味不明。“次元的に空間という概念が存在する”とは、どういうことか？
- 20S2035:** 二原子分子の基本振動数は何で決定するのか？ **M:** 本気か？自分で考えて分からないのはなぜか？// 教科書 (5.33) や参考書をよく見て考えればいいのでは？
- 20S2036:** 図 5.7 が間違っているとの説明があったが、 $v = 0$ のエネルギー準位にグラフの頂点が来るようにしなければならないということか。 $v = 0$ のエネルギー準位より下にグラフが存在しないようにすれば良いのか。 **M:** 本気か？自分で判断できないのはなぜか？// 元になる数式は全て与えられているのだから、自分で作図してみればいいのでは？
- 20S2037:** 窒素は赤外線を吸収しないとのことですが、窒素が黒体放射するのは赤外線の吸収と放出をしていることにならないのですか？ **M:** 窒素が黒体放射するとは、どういうことか？// 準位間の遷移と、黒体放射は別の現象。前者のエネルギーは物質に固有であり、後者のスペクトルは物質に依存しない普遍的な現象 (厳密には近似的に成り立つだけだが)。
- 20S2039:** あらゆる分子もエネルギーも存在しない完全な無の空間とは存在するのでしょうか？ **M:** 本気か？自分で考えて分からないのはなぜか？// 例えば宇宙空間で放射も射さない場所ってあるのだろうか？
- 20S2040:** 教科書 p182 の表 5.1 の結果の計測方法はどのように行いますか。 **M:** 本気か？講義で例題を二つやって見せたのだが、全く理解されていないようで残念。// もしかしたら、例えば物差しを使って長さを測ったり天秤を用いて質量を量ったりするように、器具の目盛りや装置に表示される数値として力の定数が読みとれるとでも考えているのか？
- 20S2041:** 零点エネルギーについて、どれだけエネルギーを失っても量子的なゆらぎによって振動し、エネルギーが 0 にならないという僕の解釈が正しいのならば、ここから永久機関が作れそうなものだが何が問題なのだろうか。 **M:** 正気か？宇宙の大原則のエネルギー保存則 (第一種永久機関は作れない) に反することが本気で可能だと考えているのか？// 論理学を勉強すれば分かるのでは？// 結論が誤りなのであれば、前提または推論過程に誤りがある。
- 20S2042:** 多原子分子も二原子分子の様に 1 体問題などに見立てることはできるのか。また、その場合の換算質量はどうなるのか。// 零点エネルギーが観測できる場合、実験値と計算値は同じような値になるのか。
M: 20220118 の 20S2039 参照 // 正気か？零点エネルギーは、どうやったら観測できるだろうか？
- 20S2043:** どうして、二原子分子の振動は、調和振動子と近似できるのか？ **M:** 教科書 p.176 の議論の、どこが理解できないのか？
- 20S2046:** 調和振動子と剛体回転子のモデルはものによって使い分けるのですか。その場合使い分ける基準はなんですか。 **M:** 本気か？自分で判断できないのはなぜか？// それぞれ何のどういう現象をモデル化したものか？
- 20S2047:** 183 ページの一番下の等式において、 $=$ に $?$ が示されていますが、 $\alpha = (k \mu / (h/2 \pi)^2)^{1/2}$ および、 $\omega = (k/\mu)^{1/2}$ の関係式を用いると左辺がゼロになって等式は合っていると証明されるのに、なぜ $?$ をつけて記載したのでしょうか？0 になるとも言えない他の可能性があるからなののでしょうか？ **M:** 本気か？自分で考えて分からないのはなぜか？// 文脈や論理展開を考えればいいのでは？式が成り立つか、これから計算して確かめるといふ話の時に、初めから等式が成り立つと書くのか？(教科書の書き方が上手いとは言えないが.....)
- 20S2052:** 調和振動子がとびとびの値をとることからわかることはなんですか **M:** 飛び飛びの値をとるとは何か？
- 21S2001:** 二原子分子の基本振動数が赤外線吸収で求められないのなら、どういう観測方法があるのか
M: 20S2012 参照
- 21S2002:** 教科書 p180 に「電磁放射を吸収、あるいは放出して、」とありますが、そもそも、分子にエネルギーを渡した光子の素粒子としての状態はどうなるのか。また、その時の光の波としての状態はどうなっているのか。 **M:** 本気か？自分で考えて分からないのはなぜか？// 分子にエネルギーを渡した後の光子

(?) の持つエネルギーはいくらか? // 第二量子化とか、粒子の生成演算子と消滅演算子とか。

21S2003: 何ぞ複数の原子が接近するとエネルギー準位が分かれるのですか? **M:** 何の話か? // 自分で考えて分からないのはなぜか? // 原子間に相互作用は無いのか? 原子同士が全く独立で、互いに全く無関係ならば、エネルギー順位が孤立の原子から変化する理由がない (← 当たり前では?)。

21S2004: 原子の中の電子にも存在確率があるのは量子力学的調和振動子から計算しているからということですか? **M:** 本気か? 質問の意図・論理が全く分からない。// あなたはどんな系についてどんなモデルを考えているのか? 電子は環境によって存在確率があったりなかったりするのか? 原子の中の電子は調和振動子なのか?

21S2005: 古典的な最低エネルギーは 0 になる時もあるのに対し、量子力学的調和振動子のエネルギーは 0 にならない理由は、導かれた式からでしか説明できないのか。 **M:** 本当にできないのか、自分で考えてみればいいのか? それでも分からないのはなぜか? // 教科書にもコトバで説明が記載されているし、講義でも説明したのだから、伝わっていないで残念。

21S2007: 零点エネルギーは、不確定性原理に基づいて考えるか、考えないかによって決まるのか。 **M:** 意味不明。零点エネルギーの何が決まるというのか?

21S2009: 太陽よりもはるかに大きな重力がかかっているはすの白色矮星が形を保っていられるのも、零点エネルギーによるものですか? **M:** 本気か? 自分で考えて分からないのはなぜか? // 天文学・宇宙物理学を勉強すれば分かるのでは?

21S2010: もしも複雑な微分方程式に対して解を出すことができるようになったら、技術など、私たちの周りではどのような変化が起きるのでしょうか。 **M:** 今でも十分に様々な微分方程式の解を求めることができるのでは? // 簡単・基本的な微分方程式で用が足りるなら、あえて複雑な微分方程式を用いる必要がないのでは?

21S2012: 物理学において何かの値を求めるとき、物理定数を用いています。しかし、実験的に求められた物理定数は地球上でのみの話のように思います。はるか遠い宇宙などでも物理定数の値は一定なのですか。 **M:** 本気か? もしも遠方で異なるのなら、その途中の場所や地球から見て反対側の場所ではどうなるだろうか? それは物理定数が定数ではなくて位置の関数になっているはずだ。また観測される宇宙も、方向によって異なる様相を見せるはずだ。実際の観測結果はそうになっているか?

21S2013: 教科書に式 (5.26) 解くとエネルギーがとびとびの値のみ行儀がよくて有限な解が得られるとあるが、とびとびでない値の場合の解はどのようなになるのですか **M:** 本気か? 自分で解いてみれば分かるのでは?

21S2014: 教科書の図 5.9 が間違いとおっしゃっていましたが授業で書いた図と比べると違いがグラフが放物線状になっていることぐらいであり、違いがあまりわかりませんでした。このグラフの横軸はなんなのでしょう。授業の図と教科書の図のどこに違いがあるのでしょうか? **M:** そんなことは言っていない。図の番号を勘違いしているのでは? // 軸に着目するのは重要。それぞれの図に明示されているのは何の軸か? (何を意味するか記載されていなくて分からない軸にこだわる意味はあるか?) // “グラフが放物線状” とは何のことか? 調和振動子と放物線に何か関係があるだろうか?

21S2015: P175 のように、二原子分子のポテンシャルエネルギーが、1 体系と同じようにスッキリとした形で表されるのはなぜですか。 **M:** 本気か? 教科書の説明の何がわからないのか? 論理展開を追っていけば明らかでは?

21S2016: 電子レンジなどで温めても平気なものにガラスや陶器があげられますが、これらは極性がないためにマイクロ波を吸収しないのですか? 反対にポリ塩化ビニルなどのを含むラップは電氣的偏りにより電磁波を吸収するために耐熱性が低いものとされているのですか? **M:** 本気か? そもそも事実誤認の予感。// 食品を電子レンジで温めるとき、ラップするのは? すなわちラップのフィルムは耐熱性。// 物質 (分子) に照射されたマイクロ波は、どんな現象を引き起こすだろうか? 教科書や参考書をよく読んで勉強すればいいのでは?

21S2018: 分極がある多原子分子は全て赤外線を吸収するのですか **M:** 21S2033 参照

- 21S2019:** ポテンシャルの外に粒子がある場合はどのような状態になるのですか。 **M:** 自分で考えて分からないのはなぜか? // 別に何も特別なことはない。量子力学の原則に従って普通に考えればいいだけでは? 状態は量子数 v を持つ波動関数で記述されるし、その時のエネルギーは対応する固有値。そういう粒子がポテンシャルの外で観測されたというだけの話。
- 21S2020:** 波動関数の染みだしは、粒子のポテンシャルエネルギーの壁を超える以上のエネルギーを獲得する可能性もあるということですか **M:** 本気か? 自分で判断できないのはなぜか? // 状態について素直に考えればいいだけでは? しみ出した状態の粒子のエネルギーは、しみ出す前と比べて増加しているのか?
- 21S2021:** 原子間ポテンシャルを正確に表すための式などはあるのですか? **M:** 20220118 の 20S2002 参照
- 21S2023:** 真空中には零点エネルギーは存在するのですか。 **M:** 本気か? 何のエネルギーの話か?
- 21S2024:** 波動関数のしみだしというのは井戸の中の粒子が井戸外にも広がっている話になると思いますがこれは、井戸から粒子が貫通して漏れ出したということですか。 **M:** 本気か? 自分で判断できないのはなぜか? // 波動関数の意味は?
- 21S2025:** 粒子が複数あった場合や、ハミルトニアンが時間に陽に依存する場合のシュレディンガー方程式の近似解法で一番の最先端の研究で使われるものって何があるんですか? **M:** 統計をとったことがないので、私は知りません。// 教科書や参考書に掛かっている手法 (変分法・摂動法) のどこに不満があるのか? どこに不備があるのか?
- 21S2026:** 零点エネルギーが有限の値で 0 ではないというのは粒子が零点エネルギーでも振動しているということですか。 **M:** 本気か? 自分で判断できないのはなぜか? // 調和振動子が零点エネルギーを持たないとき、位置や運動量を (位置の二乗や運動量の二乗を) 同時に正確に決定すると、それぞれいくらになるのか? これは物理的にあり得る状況か?
- 21S2028:** 調和振動子モデルが隣接順位間にだけ遷移が許容されているのはなぜか **M:** 教科書 pp.569-570 や参考書を読んで勉強すれば分かるのでは?
- 21S2029:** 二原子分子を考える時に、伸縮振動と回転を同時に考えることはできますか。 **M:** 本気か? 考えるのはあなたなのだから、考えたければ考えればいいのでは? // 20220118 の 21s2052 も参照
- 21S2031:** 調和振動子モデルと実際の 2 原子分子とのずれは何によって引き起こされるものなんですか **M:** 本気か? 自分で考えて分からないのはなぜか? // 教科書 pp.175-177 をよーく読めば分かるのでは?
- 21S2032:** 赤外線吸収は温暖化以外にも我々に影響を与えていることはありますか **M:** 正気か? 自分で考えて分からないのはなぜか? // 熱の伝わり方には輻射, 伝導, 対流の三種類あるが.....?
- 21S2033:** 赤外線吸収について、教科書 p.181 に「分子が赤外線を吸収するためには分子が振動するにつれて分子の双極子モーメントが変化しなければならない」とありますが、分子に双極子モーメントがあっても、振動につれて変化しなければ吸収しないのでしょうか? **M:** 本気か? 自分で判断できないのはなぜか? 書いてある通りだが、教科書の記述の何が分からないのか? // 教科書 13 章や参考書を読めばいいのでは?
- 21S2034:** 地球には H_2O があり、赤外線を吸収することによって温暖になり、生物が住めると言ったが、他の星でも地球と同じくらい H_2O があれば生物は生きられるようになるのか **M:** 本気か? 自分で考えて分からないのはなぜか? // 水が存在することだけが、生物の生存するための要件か?
- 21S2036:** 極性分子と、 CH_4 などの原子間では陰性度の差があるが分子全体では極性を持たないものとは、赤外線の吸収の仕方に違いが出てくるのでしょうか。 **M:** “赤外線の吸収の仕方” が具体的に何を意味しているのか謎ですが。// 教科書 13 章や参考書を読んで勉強すれば分かるのでは。21S2039 も参考に。
- 21S2037:** 電子が非局在化している多原子分子でも、同様に力定数 (k) を定められますか? **M:** 20220118 の 20S2039 参照
- 21S2038:** p177 の力の定数は極小位置での $V(l)$ の曲率に等しくなることを注意しておくと書いてあるがなぜなのか? **M:** 本気か? 自分で考えて分からないのはなぜか? // どういうときに他人にある事柄を指摘し注意をうながすか? //
- 21S2039:** 前回仰っていた、振動スペクトルにより分子構造が分かるというのは、赤外線を吸収するかしない

かにより分極しているかどうか分かるという事を指していますか？それとも、それより細かいことも分かるのですか？ **M:** 本学科の講義で言えば 有機スペクトル解析学や分子分光学 で、赤外線吸収スペクトルから主に有機化合物にどんな官能基が含まれているかが分かるということや、分子の対称性などの幾何学構造が分かる ということを学びます。シラバス、教科書、参考書など参照。

21S2040: 分子が光を吸収するとき、その分子の基本振動数と光の波長が同じであると考えてよいのですか。

M: “振動数と波長が同じ” とは、本気か？ 自分で判断できないのはなぜか？ // どの光吸収の話か？ 照射する光の振動数に応じてそれぞれ生じる現象は異なる。

21S2041: 分子のエネルギーが大きくなり結合が切断される瞬間の波動関数はどのようなものなのでしょうか？

劇的に変化したり記述不可になったりするのでしょうか **M:** 本気か？ “結合が切断される瞬間” とは、どんな状態か？ 切断直前と切断直後は、何が異なるのか？ // 教科書のこの单元であつまっているのは、時間に依存しないシュレーディンガー方程式 である。もしも動力学をやりたいのであれば、それなりの工夫が必要。専門の参考書を探してみればいいのでは？

21S2042: 今日取り扱った HCl について、DCl とはエネルギー準位はどれほど違うのか。 **M:** 本気か？ 自分で計算してみれば分かるのでは？

21S2043: 普段、私たちが零点エネルギーを感じることはできないのは、量子力学的なエネルギーの大きさからですか？ **M:** 本気か？ 自分で考えて分からないのはなぜか？ // 何がどうなったら、エネルギーを感じるができるか？

21S2044: 調和振動子モデルでは隣接準位間にだけ遷移が許容される、というのは不変の真理ですか

M: 21S2028 参照

21S2045: 多原子分子の場合、バネモデルを用いたときの換算質量はどうなるのですか？ **M:** “バネモデル” の定義は？ バネかどうか、バネという実体は重要なのか？ // 20220118 の 20S2039 参照

21S2046: 日常生活において、授業で説明されていた「波動関数のしみ出し」が利用されている現象はありますか。また、この「波動関数のしみ出し」とトンネル効果は同じものとして捉えていいのですか。 **M:** 現象は自分で探してみればいいのでは？ // 自分で判断できないのはなぜか？ なにをどう考えて “同じ” なのか？

21S2047: 分子が赤外線輻射を吸収するためには振動し双極子モーメントが変化しないとけないとあるが、一般的な気体では無極性分子でも瞬間的な電荷を持つが、その瞬間のみ赤外線を吸収することがあるのか。

M: “一般的な気体では無極性分子でも瞬間的な電荷を持つ” とは、具体的にどういうことか？ どの分子がなぜどんな瞬間に電荷をもつのか？

21S2048: 選択律は条件 $\Delta v = \pm 1$ であるが、この Δv の値はかならず ± 1 なのか **M:** 自分で判断できないのはなぜか？ // 教科書 p.180 にも “13 章でいずれ証明されるように、調和振動子モデルでは” と書いてある。

21S2049: 二原子分子の力の定数には、どのような意味がありますか **M:** 講義でも説明したのだが、全く伝わっていないようで、残念。// 二原子分子をバネとおもりのモデルで考えたとき、バネの力の定数が大きいとは、二原子分子にとってどんな意味があるだろうか？ 私たちは普通、二原子分子のどんなことに興味を持つだろうか？

21S2050: シュレーディンガー方程式で古典的な物体の運動を記述するにはどのような手続きが必要ですか？

M: 本気か？ 自分で考えて分からないのはなぜか？ // シュレーディンガー方程式は、何がどうなっていることを表わす方程式か？ // 自分で工夫してみれば良いのでは？ 古典的物体を多数のミクロ粒子から構成されているとして多粒子系としてあつかうとか、エーレンフェストの定理とか。

21S2052: 図 5.5 の核間ポテンシャルのグラフの右側が平らになるのは 「原始間隔が長いところのポテンシャルエネルギーはほとんど結合エネルギーになる」 とありますが、この場合、全エネルギーのうちの運動エネルギーはどのように変化しますか。 **M:** 図の意味を理解していない予感 // 図は核間ポテンシャルなので、エネルギーのうちの下から曲線の所までがポテンシャルエネルギーで、そこから上の残りが運動エネルギー。// 結合エネルギーの定義は？ それを図 5.5 に示すと？