

16s2052: 炎色反応の呈色は加えた熱量に依存するのでしょうか、依存しないのなら余分な熱量はどのように消費されるのでしょうか M: 本気か? もしそうなら, “Na の炎色反応は黄色” との知識に意味は無い? // 炎色反応の実験は, どうやる? 余分な熱量とは何のことか?

17s2022: 黒体輻射はよく期末レポートに出る印象ですが、問題を作るにあたって必要なことは何ですか? M: 印象は主観なので否定はしませんが, 本当によく出るのだろうか? // 何のための設問なのかを考える.

17s2025: 光の強度を変えると単位時間あたりの放出電子数だけが増えるのはどうしてでしょうか。M: 光の “強度” とは, 結局のところ何なのだろうか? // 19s2011 も参照

18s2003: プランクの法則が黒体輻射においてほぼ正確な式であるとされましたが、レイリー・ジーンズの法則やウィーン の公式はどのような場面において使用されますか? M: 19s2026 参照

18s2006: 金属以外の物質にも光電効果は起こるのでしょうか。また、光電効果が起こる場合、金属との違いはありますか。 M: 自分で考えて分からないのはなぜか? // 金属の種類による違いについては, 教科書や参考書の説明をよく読めば分かるのでは? 仕事関数がどんな物性と関係しているかについても講義で説明したが, 伝わっていないと残念. この物性について, 金属か非金属かで, 本質的に何か異なるのだろうか?

18s2010: 光が量子だとして、電荷がない上に光・電子・原子核はとても小さく干渉しづらいと思うのですが、何の力をもって光電効果を起こしていますか。 M: 小さいと干渉しづらいとは? そう考える理由は何か?

18s2014: 光についてですが明暗のことをなぜ強度と定義しているのですか M: 矛盾の無い定義なら, 好きにすればいいのでは? // 強度が同じでも “明るさ” は波長によって異なることはないのだろうか? // 19s2011 も参照

18s2045: $\epsilon = n \times h \nu$, n は整数とあるが、負の値は許容されるのか。また負の値ならどんな意味を持つのか。 M: “意味” は自然発生するものではなく, 人が考えるものである. // 例えば, 光による系のエネルギーの増減を考えるのであれば, その増減はエネルギーの塊を単位に行われる.

18s2046: 光を波と粒子の性質を合わせ持つとみなしたことで古典物理学の矛盾を解決したが、今後光に第 3 の性質が見出されることはあるのか M: 可能性はゼロではないが..... 光について波や粒子では説明できない事実・現象は有るのだろうか?

19s2003: 黒体輻射の考えに照らし合わせれば、なぜヒーターよりも明らかに温度の高い恒星の表面が青色に発光して見えないのか。 M: 本気か? // 温度に応じた色に見えるだけでしょ? それが青であるかどうかは温度次第.

19s2004: ジーンズはレイリーの式の間違いをどのように直したのですか? M: 本人に聞けばいいのでは? :-p // それぞれの原著論文を見ればいいのでは?

19s2005: 教科書 p.6 図 1.1 のグラフで強度が任意の単位となっているがそもそも光の強度とは何のことですか M: 19s2011 参照

19s2011: 黒体輻射の図の強度とは輻射のエネルギーの大きさを表している、ということなのか? M: 20201006 の 18s2046 参照

19s2012: 黒体輻射のスペクトルを説明するのに弾性体理論を用いていますがどの部分について論じるために使っているのでしょうか。 M: (講義中にも述べたが) 光の波動性について, 弦の振動の理論を用いた. // 上級の参考書 (例えば朝永の量子力学) を読めばいいのでは?

19s2013: 金属表面に特有なしきい振動数があると書いているが、光電効果の実験の結果を用いて金属

を特定することも可能なのですか。 M: 国語力不足か? “金属表面に特有な” の意味を理解できないのだろうか? // XPS (X 線光電子分光法) とか UPS (紫外光電子分光法) といってみるテスト.

19s2017: 教科書に輻射しているどんな物体も理想化すれば黒体とみなせる、と書いているのですがどのように考えたらそうなるのですか? M: 国語力不足か? // “理想化すれば” と自分でも質問文中に書いているのにネ

19s2018: アインシュタインの光量子仮説の話で仕事関数がイオン化エネルギーを表しているとなりましたが、この時の化学の分野ではイオンの概念はなかったのでしょうか? それとも仕事関数を式に組み込んだとき h のようにイオン化エネルギーと全く同じ値を示したのでしょうか? M: 微妙に誤解の予感. 仕事関数=イオン化エネルギー と言っていない. // 質問の最後は意味不明. // 自分で調べたり考えたりすればいいのでは?

19s2022: 光に関しての矛盾は他にもあるのでしょうか。 M: 勉強して考えれば分かるのでは?

19s2024: なぜバルマー系列は可視光線および近紫線の領域で生じるのか。 M: バルマーの式またはリュードベリの式を見て考えればいいのでは? // 逆に, 可視部の輝線の系列をバルマー系列と名付けた.

19s2026: 黒体輻射のスペクトルのところで、低振動数ではレイリー・ジーンズ、高振動数ではウィーン の法則をプランクの法則の代わりに用いても良いということですか。 M: 自分で判断できないのはなぜか? // 完全なプランクの式が知られているのに, わざわざ使用領域に制限がある近似式を使用する必要があるのだろうか?

19s2043: 今回の講義で出た黒体輻射の強度や光の強度の強度とはどういうことなのか? 人間が感じる光が強い (眩しい) ということなのか? M: 18s2014 も参照

19s2045: 黒体輻射での光の強度とは何を表しているのですか? M: 19s2011 参照

19s2049: 電子が K 殻、L 殻などの軌道上に配置されるのはどのようにして導けるのか? M: 教科書 6 章や参考書を読んで勉強すればいいのでは?

19s2050: 講義中に出てきた公式はどのように導出されたのですか? M: どの公式の話か? // 19s2012 も参考に // ウィーンの変位則とかシュテファン-ボルツマンの法則とかは, 本来は実験式だが, プランクの式から導出できる. これは練習問題にもなっているので, 自分で考えてみればいいのでは?

19s2051: 光電効果において金属の種類によって電子の飛び出し方の特徴に違いはありますか? M: 光電効果における実験事実について, 教科書や参考書をよく読めばいいのでは?

19s2052: 1994 年にアルクビエレが論じたワープバブル (超光速の代替となる推進システム) には宇宙 1 個分のエネルギーが必要だとしているがこれは実現可能なのだろうか? これから先、人間は光を越えることができるのだろうか? M: 部分と全体が等しい?!

20s2001: プランクがエネルギーをかたまりとして捉えるという革新的な考えを出せたのは何かの根拠があつてのことなのでしょうか? M: 本人に聞けばいいのでは? :-p

20s2002: 電子の最大運動エネルギーは光の強度と無関係とあったが、電子の最大運動エネルギーは光の何と関係あるのか。 M: 光電効果の式 $KE = h\nu - \phi$ をよく見て考えればいいのでは?

20s2003: 金属の表面と言っても深さによって必要なしきり振動数は変わらないのですか? M: 光電効果で議論の対象にしているのが “最大運動エネルギー” であることを忘れている.

20s2004: 授業中に触れた実在する黒体とは、ブラックホールのことを指していますか? M: 自分で考えればいいのでは? 答えを言い当てるのが, そんなに重要な問題とも思えないが (?) // ブラッ

クホールが何であるか知っていれば、答の面白さが増す。 :-)

20s2005: 先生の仰る良い質問とは具体的にどのようなものですか？ **M:** 創造性を発揮すべきところで、画一的な行動規範 (マニュアル) を求めるとは.....

20s2006: 物理脳になるにはどうすればいいですか？ **M:** “物理脳” とは何か？ 普通の脳と何が違うのか？

20s2007: 古典物理では光は波ですが、現代物理で光を一言で表すと何になりますか **M:** 波でもなく粒子でもないナニモノか。 // 波でもあり粒子でもあるナニモノか。 // 波と粒子の二重性 // 相補性原理

20s2008: 光はどんな時に波の性質が強くて、どんな時に粒の性質が強くなるのですか？ **M:** 自分で色々勉強して考えてみれば分かるのでは？ // 古典的現象では波動、量子論的では粒子。

20s2009: アインシュタインの光量子仮説とプランクの法則の h はどうして”プランク”定数なのですか？ **M:** 名付けた人に聞けばいいのでは？ :-p

20s2010: 光の強さによって、電子が放出するまでの時間が同じなのはなぜですか？ **M:** 教科書や参考書の光電効果についての説明をよく読んで考えればいいのでは？ // 17s2025 参照

20s2011: 化学を学ぶためになぜ物理が必要なのか。 **M:** 本気か？ // 物質の振舞いは物理的実体の物理法則に従った振舞いだから。

20s2012: 光を波として考えるなら光から出た音で音楽を作れるだろうか **M:** 意味不明。“光から出た音”とは、具体的に何のことか？

20s2013: レイリー・ジーンズの法則ではなくプランクの法則が正しいと実際にわかったのはいつですか。 **M:** 本気か？ // プランクの法則は、実測をよく説明するものとして発表されたのだから.....

20s2015: レイリー・ジーンズの法則のところで、突然、弾性体の理論という言葉が出てきたが、黒体輻射と弾性体の間にどんな関係性があるのか？ **M:** 19s2012 参照

20s2016: なぜアインシュタインは、現在多くの人に知られている特殊相対性理論ではなく、光電効果でノーベル賞を取ったのか？ **M:** 選考委員会に聞けばいいのでは？ :-p

20s2017: 今日の講義で行った「レイリー・ジーンズの法則」「ウィーンの法則」「プランクの法則」のように、ある 1 つの事象に対して 3 つの法則が存在し、一部分だけ成り立つということが起きています。化学は近似の学問であり、真意には辿りにくいものですが、「近似」によってほぼ同じような法則 (今日で言うところのプランクの法則のようなもの) が何個も出てきてしまったらどれを採用するのか？ **M:** “真意には辿りにくい”とは、どういう意味か？ // 普通は“オッカムのカミソリ”を使うだろう。汎用性・適応性が高いのもポイント高いかも。

20s2018: レイリー・ジーンズの法則とウィーンの公式を元にプランクの法則を導出することは可能ですか？教科書のプランクの法則では分母が C になっていたのですが、板書では C_0 となっていたのですが、どちらでも良いのですか？ **M:** 極限として両者を含むような式を、自分で考えてみればいいのでは？ // シニフィアンとシニフィエ。記号が何を意味するかは恣意的なので、好きにすればいいのでは？

20s2019: プランクの法則の式は実験誤差などを無視した理想的な状態で当てはまるという話でしたがどのようにして理想的な状態を定めたのですか？ **M:** 物理現象なので、定めることなどできないのでは？ // ただ推定するだけ。

20s2020: エネルギーをかたまりで考えるときに、振動数の整数倍に比例した値としているが、少数などのより細かい倍率で考えることは不可能ですか？ **M:** 自分で判断できないのはなぜか？ // 量子論を勉強すれば分かるのでは？ // 現実を表していない理論も、考えることはいくらでもできるの

では (?)

20s2021: 光電効果で、どれだけ強い光を当てようと電子の最大運動エネルギーとは無関係であることと理解したが光の色をフィルターなどを用いて変えた場合はどのように変化が起きるのでしょうか **M:** 20s2010 参照

20s2023: プランクは何故量子仮説を使ったのですか？ **M:** 20s2001 参照

20s2024: しきい振動数の「しきい」を平仮名で書かれた理由はなんなのでしょうか？ **M:** 教科書を書いた人に聞けばいいのでは？ // 普通は threshold は「閾値 (いきち)」である。原文の threshold frequency はあまり見ないが周波数における閾値のことだと意味は分かるが、では 閾振動数 (いきしんどうすう) という言葉でいいかということ、ちょっと聞かない言葉だしムリヤリ感がある。

20s2025: 光は粒子でもあり波でもあるが、どんな条件で粒子もしくは波になるのか。 **M:** 光が波または粒子に変化するわけではない。20s2008 も参照

20s2026: アインシュタインのように新たな発見をできるようになるには、物理学の勉強において特にどの点に着目すべきですか **M:** 別に物理学に限った話ではないのでは？ // 本人に聞けばいいのでは？ :-p

20s2027: 光量子仮説では宇宙線にも $E = nh\nu$ は使えると考えてよいですか？ **M:** 宇宙線とは何か？ // 自分で判断できないのはなぜか？

20s2028: 光の波長を極端に小さくすることで常温でも輝く物質を作れることは可能ですか **M:** 目的のための手段がズレている予感。すなわち黒体輻射を理解していない？ // どうやって光の波長を短くするのだろうか？ しかも極端に小さくとは??

20s2029: [白紙] **M:** 質問が記載されていない。

20s2030: 光量子仮説の式に Φ が含まれているため、イオン化エネルギーが高いほど、電子の運動エネルギーは小さくなるということでしょうか？ **M:** 自分で判断できないのはなぜか？ // どういう条件で何を比較しようというのか？

20s2031: 光電効果と黒体輻射でのプランク定数はどのようにして同じだと発見されたのですか **M:** 本気か？ 数値を見れば明らかでは？

20s2032: ただ勉強するだけでは黒体輻射のような難しい公式を考えるのは難しいと思います。黒体輻射の公式のような未知の公式を導き出すためにはどのように勉強していけばいいのでしょうか。 **M:** 別に、普通に勉強すればいいのであって、秘術を学ぶ必要などないのでは？

20s2033: 光は波の面、量子の面をもつということは光は光というカテゴリーに分けられるということですかそれとも波や量子に分けられるということですか **M:** 自分で判断できないのはなぜか？ // 微妙に誤解の予感

20s2034: プランクの法則からどのようにしてウィーンの変位則が導出されるのか **M:** 別に、普通に計算すればいいだけでは？

20s2035: 光電効果について、光を照射することで電子を放出することから原子は電子を失うので原子はイオン化されるということなのか **M:** 自分で判断できないのはなぜか？

20s2036: 光電効果で飛び出した電子はその後どのような動きをするのでしょうか？ **M:** 自分で考えて分からないのはなぜか？ // 別に、普通に電磁気学や力学の法則に従って運動するだけでしょ？

20s2037: 光は波動説、粒子説のどちらかではなく波に粒子が乗っているみたいな一緒にした考えはできないのでしょうか？ **M:** 私たちはお伽話をしているのではなく、物理的な現象の話をしている。もしも波に粒子が乗っているとすると、その波はどんな媒体の振動であって、それがどんな力で粒子を押し引きしているのか？

20s2038: 黒体の説明の全ての色の光を等しく吸収・放出するという点がありませんが、
どういうことなのでしょう。 **M:** 反対を考えてみればいいのでは？ // 特定の色の光を強く吸収したり、または放出したりするものではない。

20s2039: 調べると光速よりも速い速度は存在しないとありましたが、例えばライトを新幹線や飛行機に乗りながらからつけた場合、光速に乗り物の速度分が足され、光速をほんの多少なりとも超えることが出来ると思ったのですがどうなのでしょう。 **M:** その、調べたところに記載されていなかったのか？ // 相対性理論に基づいた速度の合成を考えればいいだけでは？

20s2040: 教授にとってプランク定数とはなんですか **M:** 別に、プランク定数はプランク定数でしょ。それ以外の数である訳がない。

20s2041: 当時の技術ではまちまちになったであろう実験の実測値を、どこまで信頼して考慮し、それぞれの公式の形を導いたのだろうか。 **M:** 正確さと精密さを混同している予感。

20s2042: 光電効果の説明で、金属表面に光を照射すると電子が放出されるとおっしゃっていましたが、これは金属の種類によって電子の放出の仕方に変化はあるのでしょうか。また、変化があるならばどのような特徴を持つ金属が電子を多く、また少なく放出するのでしょうか。 **M:** 18s2006 参照 // 放出される電子の持つ運動量の最大値と、電子の数は、それぞれどうすると変化するのだったか？

20s2043: 黒体輻射は理想的なものであり、現実において利用できないのに、黒体輻射に関してグラフの数式的に証明しようと研究者は単なる探求心で研究に取り組んだのでしょうか？それか別の目的があったのでしょうか？ **M:** 理想が現実にご利用できないと、誰が決めたのでしょうか？ // 個別具体的な現実のものは、理想からのズレで表現できる。個別具体的なものに共通して存在する本質は、理想的なものとして考えられる。

20s2044: プランク定数は授業で出てきた以外の分野で、どのような分野でできますか？ **M:** 色々と勉強すれば分かるのでは？

20s2045: 光も音も振動であるなら、音を目で確認したり、光を耳で感じることも出来るように思えますが、実際は違います。これは音の振動と光の振動のどのような違いによるものなんですか？ **M:** 本気か？ // それぞれに於いての振動の媒体は何か？ その振動はどうやって検出できるか？

20s2046: プランクの法則のような公式はどうやって作られるんですか **M:** 19s2012 のコメント参照

20s2047: アインシュタインの光量子仮説にも登場していたプランク定数についての質問です。先生はプランクの法則によりプランク定数が定められたことで古代物理学が大きく変わったと仰っていましたが、プランク定数が明らかになってから見つけ出された革新的な物理法則はありますか？ **M:** 科学史を調べてみればいいのでは？

20s2048: 金属の仕事関数に法則性はありますか？ **M:** そりゃあ、あるでしょうね。それで (?) // 自分で考えたり調べたりすればいいのでは？

20s2049: レイリー・ジーンズの法則、ウィーンの法則、プランクの法則の『 $8\pi/C_0^3$ 』はどこから出てきたのか。 **M:** 19s2012 のコメント参照

20s2050: 光量子仮説の定数 h とプランクの法則の定数 h が一致したのはなぜですか？ **M:** 量子力学を勉強すれば分かるのでは？ // エネルギーの最小単位は $h\nu$

20s2051: 実験の結果を元に式を組み立てる際に、どのようにして多数の定数や変数から必要なものを選び、組み立てているのか？ **M:** “理論 (モデル) が無ければ、何を観測しているのか理解できない” // 実験結果に合うようにパラメータを最適化して実験式を調整する。

20s2052: 量子力学という考えが発達したのはなぜですか **M:** 役に立つからに決まっているのでは？