

- 17S2022:** 光電効果の仕事関数 ϕ は金属によって異なるそうですが、どのような金属で大きく、どのような金属で小さくなるのでしょうか。 M: 自分で考えて分からないのはなぜか? // 教科書 p.11 や参考書をよく読めば分かるのでは?
- 18S2003:** レイリー・ジーンズやウィーンの法則で、紫外領域や赤外領域が部分的に一致するのは理由があるのでしょうか。もしくは偶発的な事象なのでしょう。 M: そもそもそれらの式は実測に一致するように作った。プランクの法則によって黒体放射が完全に説明できたので、部分的に一致する法則も、低振動数の極限または高振動数の極限などとしてそこから導出可能。
- 18S2010:** 光電効果で電子にエネルギーを与えた光子はどこに行くのか。 M: 勘違いの予感。// 光子はモノではなく、エネルギーの塊。したがって光子が電子にエネルギーを与えるのではなく、光子は電子に与えられたエネルギーそのもの。
- 18S2014:** 光の振幅が古典物理学でのエネルギーの大きさである一方、光の振動数が量子力学でのエネルギーの大きさを表すと考慮すべきですか。 M: 質問文の“表すと考慮すべき”という言葉づかいに違和感ありあり。// 見ている現象に応じて適切に考えればいいのでは? 当たり前だが。
- 19S2003:** 期末がレポート課題だと仮定しての質問なのですが、協力者として宮本先生に(勿論時間に余裕がある場合に)居室やラウンジ等で解きながらその都度協力を仰ぐ(問題を解くにあたってのアプローチの仕方を聞くなど)ということはあるのでしょうか。 M: それって“協力”なのか? 一方的に教わっているだけでは??
- 19S2004:** 光電効果についてです。電流がゼロになる最小の電圧 $-V_{\min}$ が電子の最大運動エネルギーに相当するというのですが、電流がゼロの時に電圧が存在するとはどういう状態でしょうか。 M: “電圧”というコトバでダメなら“電位差”ならいいのでは?あるいは電場(によるポテンシャルエネルギー)。
- 19S2005:** 光電効果では金属に特有なしきい振動数が存在するとありましたが、金属の何が原因で特有の値になるのですか M: 17S2022 参照
- 19S2011:** 光が波と粒子の2つの性質を持つとみなすと古典物理学の矛盾が解決しましたが、今後、新たな性質が見つかることはあるのでしょうか M: 可能性だけで言えばゼロではないでしょう。しかし現在のところ見つかっていない。
- 19S2017:** 黒体放射での光の強度とは何を表しているのですか? M: 20211005 の 20S2002 参照
- 19S2022:** 金属の状態が異なれば、しきい振動数も変化するのでしょうか。 M: “状態が異なる”とは、具体的にどんな状態を想定していますか?
- 19S2045:** 黒体放射の強度や光の強度などの強度はどのような意味で使われているのか。 M: 19S2017 参照
- 19S2051:** 講義で出てきた強度というものはいったい何ですか。 M: 19S2017 参照
- 20S2001:** プランクの法則での式は理想的な状態によるものだというのですが、その理想的な状態はどのように決めたのでしょうか? M: 本気か? 教科書 p.5 の中ごろをよーく読めば分かるのでは? // “物体から放出される光の正確な振動スペクトルは、それぞれの物体自体の性質に依存して決まる。しかし、すべての~”とあるように、個別の物体に特有な振動スペクトルの微細な構造は無視して、全ての振動数に渡って吸収・放出するものとする。
- 20S2002:** レイリー・ジーンズの法則とウィーンの公式からプランクの法則を導出することはできるのか。 M: (*) 論理が逆では? 黒体放射のスペクトルを説明するプランクの法則が知れて、経験則であるウィーンの法則やレイリー・ジーンズの法則が成り立つ理由が分かった。すなわちそれらの法則がプランクの法則を用いて説明できる。
- 20S2003:** しきい振動数は何かの法則に基づいて決められているのですか? また、第一イオン化エネルギーと関係はありますか? M: イオン化エネルギーと関係があると考えたのはなぜですか? // 17S2022 も参照
- 20S2006:** 光の強度とは具体的にどういうものなのでしょう。 M: 19S2017 参照
- 20S2007:** 強化書の例題 1.3 ではリチウムを取り上げてプランク定数を求めています。現在定義されているプランク定数はどのような基準で決まっていますか? M: 本気か? 既に自分で答を言っているのに?? // 2019 年から SI 基本単位の定義が変更され、そのためプランク定数は定義値とされている。もちろんそれ以前と断裂があってははいけなし、他の基本的な単位や実験結果等とも整合性がとれるようにしなければならない。
- 20S2010:** 金属表面に特有なしきい振動数が存在するのは、金属のどのような性質の違いがあるからなんですか M: 17S2022 参照
- 20S2011:** 放射線の強度は物質がどのようになると強いといえるのか。 M: 本気か? 黒体放射の強度は、物質の種類や状態によって異なるのか? // 19S2017 参照
- 20S2012:** 金属の仕事関数を実験的に求めるときに、構造によって同じ金属でも、値が変化するのはなぜですか? 電子が飛び出しにくいなどがあるのでしょうか。 M: “構造によって同じ金属でも”とはどういうことか? 何のどんな構造の話をしているのか? // 17S2022 も参照

- 20S2016*:** ウィーンの変位則、レイリー・ジーンズの法則、プランクの法則のように、ある一つの事象に対して一部分が成り立つほとんど同じような法則が複数出てきた場合、どのようにして採用する法則を決定するのですか？ **M:** 当該分野や他分野の既知の知識と矛盾が無い、適用範囲がより広い、シンプルで美しい、仮定が少なく単純 (オッカムの剃刀)、記述・定性的よりも計量・定量的、過去の事実の説明だけでなく未知の未来の予言が可能、などといったところでしょうか。
- 20S2018:** 黒体輻射の法則を導くために量子仮説以外のものを使って説明することはできますか。// またレイリー・ジーンズの法則やウィーンの公式はプランクの法則に比べてどの程度正確であるのですか。 **M:** 本気か？自分で判断できないのはなぜか？// 古典物理学も量子力学も使わずに、第三の理論の存在を要求しているのか？特段の破綻がない量子力学に代わる同等のものを要求しているのか？// 量子仮説を念頭に置けば、エネルギーは連続か不連続かの二択なので、量子仮説を採用しないならばそれは古典物理学ということになる。
- 20S2021:** 光量子仮説で、光子 1 個と電子 1 個が衝突すると光子の持っていたエネルギーがすべて電子に渡って光子はなくなります、電子から光子にエネルギーが渡ることはないのでしょうか **M:** 本気か？前半の“光子はなくなる”は本当か？コンプトン効果と言ってみるテスト // 光の放出とはどういう現象か？
- 20S2024:** 電磁波を金属に当てた際、表面から電子が放出されるのが光電効果ですが、ケイ素やゲルマニウムなどの半導体でも同様の現象が起こりうるのでしょうか **M:** 20S2042 参照
- 20S2026:** アインシュタインの光量子仮説においては、光は物質ということでしょうか。 **M:** 正気か？光子に質量があるとも思っているのか？ 21S2014 も参照。ニュートンの時代に光は波であると結論されたこと (干渉, 屈折, 回折等を示す) や、光が電磁波の一種であってマクスウェル方程式 (波の方程式) にしたがうと分かったこと、をどう考えるつもりなのか？// 同一の物理現象を説明する二つの理論があったときに、どちらの理論を採用するかによって、現実には観測される物性値などが変わるとしても？観測者の意志によって、同じ装置による測定結果が異なる?? // 新しい理論が提案されたからと言って、従来の成功していた理論をまるっきり捨てて、そこで説明できていたことを無視し、矛盾したことを言うのは間違っている。
- 20S2028:** 光電効果に関して金属表面に特有のしきい振動数があるということでしたが、同じ金属でもツルツル表面、ざらざらの表面といった形状の違いを作ると、しきい振動数は変化したりしますか？ **M:** 私は知りません。調べて分かったら、教えてくださいネ。// 17S2022 も参照
- 20S2029:** 量子論で電磁波以外で二重性をもつものはありますか **M:** 量子力学を勉強すれば分かるのでは？// ド・ブロイと言ってみるテスト
- 20S2030:** ウィーンの法則において長波長領域のスペクトルで実験を正しく記述できなかったのはなぜですか？ **M:** 18S2003 参照
- 20S2031:** しきい振動数は金属の種類によって別の値をとるのか。 **M:** 17S2022 参照
- 20S2033:** 色が熱を吸収するというのがよく理解できません。 **M:** 誰がどこでそのように言っているのか？そう言った人に聞けばいいのでは？// 私は、全く理解できません。
- 20S2035:** 太陽の光の波長によって空が青く見える理由はなんですか？ **M:** レイリー散乱
- 20S2036:** 教科書中では光電効果が金属表面で起こると書いてあるのみでしたが、金属以外の原子でも起こり得ると知りました。教科書に載せないほど活用するには難しい現象なのですか？(分析の分野などで活用出来そうですが…) **M:** 載ってますけど (?) // 20S2042 参照
- 20S2037:** プランクが式の導出で分母から -1 をした理由がわからないのですが、 1 引いてみたらうまくいったみたいなことなののでしょうか？ **M:** きちんと計算してそうなったと講義で説明したのだが、伝わってなくて残念。// 等比級数の和
- 20S2038:** 方位電子数とはなんのことですか。 **M:** コトバの意味が分からなければ、辞書や専門書を見ればいいのでは？
- 20S2039:** 宇宙の膨張速度は光速よりも速いという記事を見たことがあるのですが、これは相対性理論に矛盾しないのでしょうか？ **M:** 宇宙論を勉強すれば分かるのでは？
- 20S2040:** 黒体輻射と光電効果という異なる実験で同じ定数 h が出てきたことに対して教科書には“科学者たちは、結局これらすべての事実にはおそらく何かが隠されている、ということに気がついた。”と記載されていますが何が隠されているのですか。 **M:** 本気か？国語力不足か?? // プランク定数 h が、自然界の基本的な法則に関係している重要な定数であり、量子化という考え方が自然の本質である。
- 20S2041:** 光電効果に関して、光を照射すると即時に電子が放出されると講義であったが、即時とはエネルギーを貯める時間等ほんの少しもかからず 0 秒後から電子が放出されるのか。 **M:** コトバの意味が分からなければ、辞書を見ればいいのでは？

- 20S2042:** 金属表面に特有なしきい振動数を決めるにあたって何か基準などがあるのか。// また、半金属であるケイ素などもしきい振動数が存在するのか。そして光電効果を起こすのか。 **M:** 17S2022 参照 // UPS とか XPS とか言ってみるテスト。図 9.16, 9.17 など参照。
- 20S2043:** しきい振動数は金属の表面における深さによって変化することはあるのか? **M:** 私は知りません。調べて分かったら、教えてくださいネ // どんな実験をすればいいのでしょうか?
- 20S2046:** 強度を増加しても放出された電子の運動エネルギーに関係がない理由は分かっているのでしょうか。
M: $KE = h\nu - \phi$ と言っているのに、これのどこが理解できないのでしょうか?
- 20S2047:** アインシュタインの光量子化説について、光を $h\nu$ のエネルギーを持つかたまりと捉えていましたが、その言葉だと、光を粒子と捉えているように感じました。アインシュタインは実験結果 (2) などの波の性質を持つ事象にはどのように説明をつけていったのですか。 **M:** 誤解の予感。実験結果 (2) は全然波としての性質じゃないのだが、国語力不足か (?) 電子が放出されるかどうか、電子が放出されるに足るエネルギーがあるかどうか、波の振幅ではなく振動数で決まるのは、光を波と考えていないということ。
- 20S2052:** 光は波の性質、粒子としての性質の他にもなにか性質が見つかることはあるのでしょうか? **M:** 本気か? // 波と粒子は排他的なので、それ以外のものとしては何があるだろうか?
- 21S2001:** 光電効果が起こらなかった場合、金属表面にむかっていった光の粒子はどこに行くのですか? **M:** 反射・散乱・吸収
- 21S2002:** 教科書の図 1.3 において、太陽の電磁波の波長が短くなり、紫外線から可視光線になるときに太陽の輻射強度が一度下がったあと、急激に上昇しているのは何故ですか。// 金属にしきい振動数以上の光を当て続けたとき、その金属は光電効果によって自由電子がなくなり、金属結合が保てなくなるといったことはあるのでしょうか。 **M:** 太陽の大気による吸収。地球成層圏での観測なので、大気による吸収は無い。// 一体全体、いくつの電子が飛び出せば、金属結合が保てなくなるのだろうか? // 光電効果の実験装置の概要を示したが、そこでは閉回路になっているが? // ある原子の第一イオン化エネルギー、第二イオン化エネルギー..... と考えると、引き抜かれる電子が多くなるにつれて、次のひとつの電子を引き抜くのに必要なエネルギーはどうなるか?
- 21S2003:** 黒体輻射の強度とは光の強さですか? // 光電効果で光を照射すると即時に電子が放出されるのは何故ですか? **M:** 19S2017 参照 // 粒子の衝突を考えれば自明では?
- 21S2004:** しきい振動数について質問です。金属の種類が違えば、しきい振動数は変わるのでしょうか? // また、しきい振動数はどのような理由があって生じるのですか? **M:** 17S2022 参照
- 21S2005:** シュテファン・ボルツマンの法則による式 $I = \sigma T^4$ は社会のどんなところに役に立っているのか **M:** 自分で調べてみればいいのでは? // 自分で活用法を考えてみればいいのでは?
- 21S2006:** プランク定数が 2 種類の式に出てくる理由や、その式が正しい理由は説明できていないのですか? **M:** 本気か? // 話の流れを理解できていないのでしょうか??
- 21S2007:** 黒体輻射では、理想的な黒体が全ての振動数を吸収・放出するとあったが、吸収と放出が同時に起こっているということか。もしくは、吸収した分を放出することの繰り返しなのか。そうでなければ、どのような仕組みになっているのか。 **M:** 「・」は「や」と考えるのが適切と思われる。ある時は吸収し、またある時は放出する。
- 21S2008:** 古典物理において光の強度が十分に強い場合、どんな振動数でも光電効果が起こると考えられていた理由は? **M:** 講義で行った説明を全く理解してもらえなくて残念 // 古典物理学的な考えに基づけば、光のエネルギーの多少は何で決まるのか?
- 21S2009:** 先生はアインシュタインの光量子仮説で用いられたプランク定数とプランクの法則で用いられたプランク定数が関係ないのに一致してしまったと仰られていました。しかしアインシュタインはプランクが提唱した「エネルギー量子仮説」を拡張して考えたのだから、たまたま一致したのではなく、プランク定数を意図して用いていたのだと思うのですが、どう思いますか。 **M:** 光電効果の結果のプロット直線における傾き (h) を恣意的に操作することはできない。
- 21S2010*:** 本日の講義内容では、黒体輻射や光量子仮説などで、粒子がエネルギーをとびとびの値で取るということがよく登場していたと思います。それはそれとして理解はできるのですが、粒子ひとつひとつのエネルギーというのは極々小さなものであると思いますし、近似的に見れば滑らかなエネルギー変化ともある程度取れるレベルのように感じてしまいます。エネルギーがとびとびの値を取るということがそこまで大きな重要性を持つのは一体なぜなのでしょう。 **M:** そうですね。しかし現実には、この非常に小さい値 (プランク定数, h) が決定的に重要である。// 「神は細部に宿る」
- 21S2012:** 物体は特定の波長の光を反射し、ヒトがそれを視認し色を判断する。鏡は全ての光を反射して、全ての色を

映し出す。ですが、全ての光を反射すると白色光になると講義で聞きました。すると、鏡の反射面は何色ですか？

M: 自分で考えて分からないのはなぜか？ // 日常的に用いられている鏡 (銀またはアルミニウム (?)) ではなく、磨いた銅の板や、古墳時代の銅鏡 (組成としては青銅) では、どのように見えるだろうか？

21S2013: 金属によってしきい振動数は違ってくるのですか **M:** 17S2022 参照

21S2014: 光は粒子の性質と波の性質があると言われていますが、光は顕微鏡などで観測できないと思うので、波であることは理解できますが、粒子であることには中々納得ができません。形が見えないのにエネルギーを持った固まりということに納得のいく説明が欲しいです。 **M:** そうですね。しかし質問が記載されていません。// カン違いの予感。// 光は物質・物体ではないので、形という概念はなじまないのでは？ 粒子の性質があるからと言って、別の粒子 (例えば米の一粒) と全ての面において同じとは限らない。何より、米粒は波の性質を持たない。20S2026 も参照

21S2015: 物質は光の特定の波長を吸収するが、光を粒子と考えた場合、吸収された光の粒子は物質に蓄えられるのか、またこのような場合は光を粒子として考えないのですか。 **M:** 自分で考えて分からないのはなぜか？ // “蓄える”という言葉は、独特のニュアンスを持つが、宇宙の大原則であるエネルギー保存則に従えば、光を吸収した物質は、その分だけ保持するエネルギーが大きくなると考えるのは当然では？

21S2016: 金属に電磁波を照射すると、金属内部の電子が飛び出してくると今日の授業で扱いましたが、その際にコンプトン効果は無視されているのですか？ 照射する光の方向と電子の軌道は90度以上異なることは現実的に考えて起こりづらいと思いました。ほかの電子に反発して放出されたのですか？ **M:** もちろん現実には、金属に電磁波を照射したときに、光電効果だけが起こりコンプトン効果は起こらない、またはその逆、ということはないでしょう。様々な現象が発生するでしょうが、実験条件をうまく設定することによって、特定の現象を強調して観測することは可能でしょう。なるべく純粋な状態を観測するというのは、実験科学の基本では？

21S2017: レイリー・ジーンズの法則が古典物理学としては完璧だった、というのはどのような点が完璧だったのでしょうか。 **M:** 講義での説明が全く理解されていないようで、残念。// 弾性対理論とエネルギー等分配の法則 という完璧に正しい理論を完璧に正しく適用している。しかしその結果は実験結果と一致しない。

21S2018: 光電効果を起こした部分は電子を放出することで結合が壊れたりしないんですか。 **M:** 21S2002 も参照

21S2019: プランク定数はなぜそのような数字だとわかったのですか。 **M:** 20211005 の 21S2021 参照。

21S2020: 紫外線破綻が自然界で起こっている重要な現象でありながら、その説明に失敗した最初の事例とありますが、ほかの事例では説明することが出来たのですか？ **M:** 著しく勘違いの予感。身の回りの現象や科学的な常識に鈍感なのだろうか？ // 自然界では紫外線破綻など起こっていない。

21S2021*: 教科書 7 ページのプランクが仮定した振動子のエネルギーがとびとびの値をとり振動数の整数倍に比例するというものに関してですがこれを表した式 $E = nh\nu$ の ν は振動数であり振動数は連続的な数値を取るはずなのでこのエネルギーの式も連続的な数値を取ることになるのではないのでしょうか？ // [後略] **M:** その意味でのエネルギーは連続ですね。しかし式は単色光でエネルギーが量子化されていることを示していますが、古典物理学に従えば単色光でも波のエネルギーは連続的です。そもそもエネルギーをやり取りすることを考えれば、エネルギーを $h\nu$ の塊として授受するので、その一部だけ ($h\nu'$, $\nu' < \nu$) を受け取って残り ($h(\nu - \nu')$) を受取らないで返すようなことはしないということ。

21S2022: 私は、しきい振動数以下の振動数であってもエネルギーを所持しており、金属板に照射した時、その分のエネルギーを金属板が保持することになるのではないかと考えました。そこで、なぜしきい振動数が存在するのでしょうか？ // また、しきい振動数以下の振動数のエネルギーは照射した後どのようなのでしょうか？ **M:** 17S2022 参照 // 反射されるか散乱されるか。金属に吸収されたとしても、電子の放出には至らないので、最終的には熱として散逸されるでしょう。

21S2023: 光電効果の実験結果によると、光を照射すると即時に電子が放出されますが、光の強さによって電子が放出されるまでの時間に差はあるのですか。あるとしたらどれくらいですか。 **M:** 光電効果の理屈から、自分で考えてみればいいのでは？ それができないのはなぜか？

21S2024: $h\nu = \Phi$ ならば電子は金属中にとどまり続けるという解釈であっていますか。 **M:** 自分で判断できないのはなぜか？

21S2025: 同じ光を仕事関数の異なる金属に当てたとき出てくる光電子の量は同じなのですか？ それとも仕事関数が小さいほうから多く出るのですか？ **M:** 光電効果の理屈を全く理解していない予感 // 同じ光として一個の光子 (光量子) が電子に衝突することを考えてみれば分かるのでは？

21S2026: レイリー・ジーンズが黒体輻射の導出で用いた古典物理学と現代物理学は時代によって区別されているのですか？ **M:** 言葉の意味が分からないなら、辞書を見ればいいのでは？ // 現在用いられているニュートン力学は、現代

物理学か？

21S2028: 光量子仮説の式に仕事関数に関わっていますが、イオン化エネルギーに相当するということは、金属それぞれによって放出される電子の運動エネルギーとしきい振動数は変化するのですか。 **M:** 自分で判断できないのはなぜか？ // 教科書の (1.6) 式に基づいて考えればいいのでは？

21S2029: 実験的には放出された電子の運動エネルギーが入射する放射線の強度には無関係だと言われているのに、古典的な考え方では強度が増加すると電子はもっと激しく振動し、電場の振幅で決まる運動エネルギーをもって金属表面から飛び出すと考えられているのはなぜですか。 **M:** 考え方・理論体系が違うから。古典物理学では波のエネルギーは振幅の二乗に比例すると講義でも説明したのだが、全く理解されていないようで残念。// 国語力不足か？ 基礎的な物理力不足か？

21S2030: 黒体放射の h と光電効果の h は偶然同じになった背景に何かあると思うとおっしゃっていましたが、先生は背景に何かあるとお考えですか。 **M:** 一個人の私見を聞いてどうするのだろうか？ // 20S2040 も参照

21S2031: 電子が加速するとき電磁波という形でエネルギーを放出するが、教科書 (1・6) の式では右辺に電磁波を放出した時のエネルギーが差し引かれていない。仕事関数は金属の種類によって決まっているはずなので、仕事関数 ϕ の中に取り込んでいないと思うのですが、なぜ電磁波を放出した時のエネルギーが式の中に無いのか。 **M:** 電子が加速度を持つのはいつか？ 継続時間はどの程度か？ // 光電効果の実験の時、観測して議論の対象になっているのは、“電子の最大運動エネルギー”である。すなわち最大値よりも小さい運動エネルギーを持つ電子も金属表面から飛び出してきているだろう。

21S2032: 宇宙にはブラックホールと、さらにホワイトホールがあると言う説があることを耳にしました。ブラックホールは星の寿命が尽きた結果できたものなのだとしたら対するホワイトホールはどこから出現したものと言われているのでしょうか？ 因みに先生はホワイトホールは実在すると思いますか？ **M:** 自分で調べてみればいいのでは？ // 一個人の私見を聞いて、何がしたいのか？

21S2033: 光電効果に関して、放出電子数には限界はあるのでしょうか？ 光以外の方法で光電効果に似た現象は起こるのでしょうか？ **M:** 21S2002 参照 // 何を基準に“似た”と言うのか？

21S2034: 光電効果の実験結果で光を照射すると即時に電子が放出されるとあるが、具体的にどれ位で放出されるのか。0 秒で放出されるのか、それともほんの少しでも照射と放出に時間の差があるのか知りたい。// [後略] **M:** “ほんの少しでも”とは、どの程度を想定しているのか？ 10^{-12} 秒程度か？ :-p // 後略部分について、今後配慮に努めますが、その時に指摘していただければ皆が幸せになったのにネ

21S2035: 金属の仕事関数は孤立原子の場合のイオン化エネルギーに相当するとありますが、しきい振動数と金属が孤立原子の場合のイオン化エネルギーはなぜ関係があるのですか？ **M:** 正気か？ // 化学反応式 (熱化学方程式 (?)) を書いて、じっくりと考えてみれば分かるのでは？

21S2036: 光は光電効果などの際に粒子のようなふるまいを見せますが、実際に光は物質として存在しているのでしょうか。また、物質として存在するのであれば光電効果でエネルギーを提供した後、光の実体は無くなるのでしょうか。 **M:** 正気か？ // 20S2026 も参照

21S2037: プランクの法則 (1・2) で 8π は何を意味してるんですか？ 特に意味がないなら $8h$ で新しく定数扱いすることもできると疑問に思いました。// 図 1・3 の文章から太陽の表面は理想的な黒体とみなせるのか？ それともあくまでも理論値の話であるのか？ **M:** 講義では導出手順の詳細を説明しなかったのだから、気になるなら自分で上級の参考書などを調べてみればいいのでは？ // $8h$ を新たな定数 (たとえば α) とすると、光量子の持つエネルギーは $\frac{1}{8}\alpha\nu$ ということになる。どちらが好ましいだろうか？ // 教科書の文章に書いてある通りだが、何が理解できないのか？ 国語力不足か？

21S2038: アインシュタインが出した定数 h が黒体放射と光電効果において自然に出たことについて何かあると思いますか？ **M:** コトバづかいがヘンテコで意味不明。一個人の私見を聞いてどうするのだろうか？ // 20S2040 も参照

21S2039: 黒体の温度が高くなるほど、強度がピークとなる振動数が大きくなり見える色が変わるということは、高温すぎて可視光の領域に強度のピークが無い星もあるのでしょうか？ **M:** 中性子星パルサーとか (?) // 星はさておき、可視光領域の外に強度のピークがある状況があるのかどうかについて、自分で考えて分からないのはなぜか？

21S2040: 黒体放射や光電効果は、実験の結果が古典物理学では説明できないことから新しい考え方を導入して、その現象を説明できるようにした。反対に、量子力学が発展したことによって、今まで古典物理学で説明できたと思われていたことが覆された事例はあるのだろうか。// また、アインシュタインが相対性理論でノーベル賞を受賞しなかったのは、当時の教育に大きな影響を与えなかったからなのだろうか。 **M:** (*) 科学史を勉強すれば分かるのでは？

20S2026 のコメント後半参照 // 教育が、何の関係があるのだろうか？

21S2041: 教科書 7 ページの 11~16 行目に記載されているプランクの「量子のエネルギーは離散的な値をとる。」という考え方は「振動数 ν の電磁波のエネルギーは、 $h\nu$ の整数倍にしかならない。」と言い換えることができると思いますが、ここから「振動数 ν の電磁波のエネルギーには最小値が存在し、その値は $h\nu$ である。」と言うことはできるでしょうか？ **M:** 自分で判断できないのはなぜか？

21S2042: コンプトン効果について質問です。光が散乱する角度 ϕ は何によって決まるのですか？ **M:** 本気か？ // ビリヤードを考えたとき、衝突した球がその後に進んでいく方向は、何によって決まるのか？ 弾性衝突と考えたとき、ビリヤードの球と光子とのちがいは何だろうか？

21S2043: 金属の種類によってしきい振動数に差が生じるのはなぜですか。 **M:** 17S2022 参照

21S2044: しきい振動数の大小は特定の性質に伴って定まるのでしょうか **M:** 17S2022 参照

21S2045: なぜプランクの分布則を用いることでウィーンの変位法則を証明できるのですか？ **M:** 20S2002 参照

21S2046: コンプトン効果は光子が電子を跳ね飛ばす現象であり、弾性衝突であると説明できると思うのですが、光電効果は物質に光を当てると電子が放出される現象ですが、相対論で考えたとき、光電効果は電子が光子を吸収する非弾性衝突だと思うのですが、電子は質量が 1 種類しか持てないのでこれに矛盾すると思います。光電効果は非弾性衝突と弾性衝突のどちらですか？ **M:** 相対論で考えたときに光電効果が電子と光子の非弾性衝突となるのはなぜか？ 相対論的に考えないと、これは非弾性衝突にならない(?) どうして?? // 電子が質量を一種類しか持てないとすると矛盾するとは、何と何とが矛盾だというのか？ どうして一種類だと矛盾するのか？ // 光電効果がどうなのか、自分で判断できないのはなぜか？ // 弾性衝突とは何か？ 非弾性衝突とは何か？

21S2047: 金属の表面には特有のしきい振動数があるが、なぜそのようなものが存在しているのか。// 原子は陽子を含む原子核、そして電子から成り立っているが、なぜ光電効果によって電子だけ放出され陽子は放出されないのか。
M: 17S2022 参照

21S2048: 光電効果の昔の実験の結果で電子の最大運動エネルギーは照射光強度には無関係であって、その説明は当時では説明ができないとありますが当時はその文章をただ合ってるという認識でいたのでしょうか。 **M:** 何を聞きたいのか、質問の意図不明。// “その文章” とは何のことを言っているのか？ 実験事実の話なら、事実その通りなのだから、合ってるでしょうに。

21S2049: 図 1・1 は黒体輻射の強度を実験をもとに書いたグラフですが、どのような実験によってこのデータが得られるのですか。黒体とみなした物体を実際に数千 K まで熱して発せられた振動数を観測したのでしょうか。// また、読書感想文の提出の形式に指定はありますか。 **M:** 図の通り、放出される輻射の振動数ごとの輻射の強度を測定したのでしょう。または、教科書の図は理論計算かもしれませんが、それは著者に聞けばいいのでは？ :-p // 原稿用紙使用とか自筆とかの制限はありません。「A4 版で二頁以上」という制限はありますが、それらは説明済みだし、講義のサポート web ページにも記載している。

21S2050: 光を波として考えると光電効果は説明できないんですか？ (質問 1 の漢字を間違えていました。) **M:** 21S2008 を参考に

21S2051: 光が粒子と波の二重性を持つのなら、他の物理現象でそのような二重性を持つものはあるのですか？ // 良い質問とはどういったものなのでしょうか。できれば具体例を教えてください。 **M:** 教科書や参考書をよく読んで勉強すれば分かるのでは？ // ド・ブローイ波や格子振動 (フォノン) と言ってみるテスト // 初めの時間に説明しませんでしたか？ 講義サポート web ページにも記載しています。

21S2052: たとえ、現実的に間違っていた式 (法則) だとしても教科書に残っているということは、やはり、様々な方の考え方を学び、科学の感性を養うためでしょうか？ **M:** 具体的にどの式 (法則) の話か？ // 著者に聞けばいいのでは？

:-p