2.1) Основні досліди, котрі призвели до виникнення сучасних уявлень про атоми

- Досліди по розсіянню частинок середовищем, зокрема дослід по розсіянню α частинок на золотій фользі Резерфорда довів, що більшість речовини атома зосереджена в доволі малому, розміром порядку $r_{nucl.} \sim 10^{-13}\ m$, ядрі, що повністю заперечило попередню модель "пирога".
- Досліди по виявленню елементарних частинок, наприклад, дослід Міллікена – знаходження елементарного заряду, дослідження руху пучків в однорідних полях. Було знайдено заряди та маси частинок, доведено квантовність заряду.
- Група дослідів котрі довели існування спіну у частинок:
  - Поява магнітного моменту у атомів з основним S–станом. Дослід Штерна і Герлаха по розчепленню пучка срібла в сильно-неоднорідному магнітному полі (втягування дипольних моментів за згущенням силових ліній), хоча в S стані $l = 0 \Rightarrow \mu_z = m\hbar = 0\ |m| \leq l$
  - Відхилення g-фактора від "1", що характерно для суто орбітальний магнітного моменту. Досліди Енштейна – де Гааза, дослідження електронного парамагнітного резонансу.
- Квантована взаємодія атому з зовнішнім світом, дослідження спектрів, дослід Франка-Герца.

2.2) Середній час життя електрона в збудженому стані $\tau \approx 10^{-8}\ s$. Знайти ширину спектральної лінії що випромінюється при спонтанному переході з цього рівня, якщо довжина хвилі становить $\lambda = 400\ nm$

За час τ поки ми робимо вимір енергії, вимірюючи частоту кінцевого випромінювання, в неї виникає невизначеність така, що $\Delta E\tau > h$, користуючийсь тим, що $\Delta E = \hbar\Delta\omega$ зможемо записати оцінку природньої ширини лінії

$$\Delta\omega > \frac{2\pi}{\tau} \approx 6.3 \times 10^8\ s^{-1} \tag{1}$$

використовуючи те, що $\lambda = \frac{2\pi c}{\omega}$ за ФМП

$$\Delta\lambda > \left|\frac{\partial\lambda}{\partial\omega}\right|_{\omega=\omega_0} \Delta\omega = \frac{4\pi c}{\omega_0^2}\Delta\omega = \frac{\lambda^2}{\pi c}\Delta\omega \approx 0.1\ pm \tag{2}$$

2.3)Чому рівний спін електрона за абсолютною величиною? Скільки проекцій може мати сумарний спін атома якщо $S = 3$?

Електрон – частинка з напівцілим спіном, тому спін електрона приймає значення $s = \pm\frac{1}{2}$. Проекція квантуєтья, вона має своє квантове число m_S таке, що $|m_S| \leq S$, тому всього є $\#\{m_S\} = 2S + 1 = 7$ проекцій, для $S = 3$.

2.4) Де і як застосовуються оже-електрони

Оже електрони, з-за того, що різні елементи мають різні характерні оже-спектри, слежать для спектроскопії різних матеріалів. Часто спектроскоп використовує як джерело збудження первинні електрони, за допомогою яких досягається дослідження тільки самої поверхні.

2.5) Використавши поняття про енергетичну структуру твердих тіл поясніть такі їх оптичні властивості а) метали непрозорі для видимого світла б) напівпровідники прозорі для інфрачервоного, непрозорі для видимого в) більшість діелектриків прозора для видимого світла

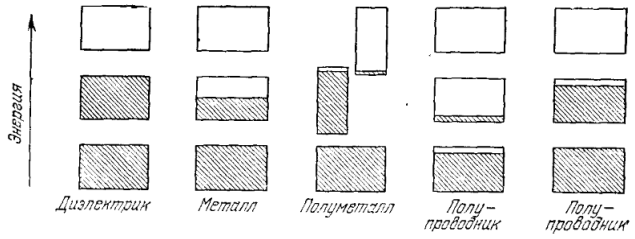

Рис. 1: Діаграми заповнення енергетичних рівнів електронами. Прямокутники показують дозволені рівні, штриховка – заповнення.

Для діелектриків та напівпровідників характерним є те що останній валентний рівень повний, тому можливі в основному тільки переходи на наступні валентний рівень. Ширина забороненої зони для діелектриків велика, тим більша чим кращий діелектрик, що зумовлює те що переходи між зонами супроводжуються поглинанням доволі короткохвилевого випромінювання , тобто смуга поглинання погинається, для хороших діелектриків в УФ діапазоні, тоді як видимий пропускаєтья порівняно добре – нема резонансного поглинання, що пояснює (в), для напівпровідників заборонена зона набагато менша і тому аналогічна границя лежить в ІЧ діапазоні, що дає відповідь на (б). У металів є напівзаповнена широка зона провідності в якій є дозволені переходи між внутрішніми рівнями, що призводить до того, що метали мають велику смугу поглинання, що пояснює (а).