

Рентгенографічне дослідження об'єктів



Physics

Modern Physics

Production & use of X-rays



Рівень складності

важко



Розмір групи

-



Час підготовки

45+ хвилини



Час виконання

45+ хвилини

This content can also be found online at:

<http://localhost:1337/c/64e266035b9881000247c795>

PHYWE

Загальна інформація



Опис

PHYWE



Експериментальна установка

Більшість застосувань рентгенівських променів ґрунтується на їхній здатності проходити крізь речовину. Оскільки ця здатність залежить від густини речовини, стає можливим отримання зображень внутрішніх частин об'єктів і навіть людей. Це знаходить широке застосування в таких галузях, як медицина або безпека.

Додаткова інформація (1/2)

PHYWE

Попередні знання



Попередні знання, необхідні для цього експерименту, наведено в розділі "Теорія".

Принцип



Рентгенівська трубка генерує рентгенівські промені, які змушують флуоресцентний екран випромінювати світло. Об'єкти, які знаходяться між джерелом рентгенівського випромінювання і флуоресцентним екраном, опромінюються так, що їх внутрішня структура стає видимою. Якщо змінювати силу струму та напругу на аноді, то на флуоресцентному екрані можна якісно спостерігати зміну інтенсивності випромінювання.

Додаткова інформація (2/2)

PHYWE

Мета навчання



Мета цього експерименту - дізнатися, як рентгенівські промені проникають у м'яку матерію.



Завдання

- Зробіть рентгенівський знімок об'єкта і спостерігайте за результатом на флуоресцентному екрані.
- Змінійте силу струму та напругу на аноді та спостерігайте за результатом на флуоресцентному екрані.

Теорія (1/2)

PHYWE

Рентгенівські промені невидимі для людського ока. Для того, щоб їх можна було сприймати, їх "перетворюють" на видиме світло за допомогою флуоресценції та певних матеріалів. Ці речовини поглинають рентгенівське випромінювання і переходять у збуджений стан. Коли вони повертаються в основний стан, вони частково випромінюють цю енергію. Втрата енергії призводить до зміни довжини хвилі випромінюваного світла: Довжина хвилі стає довшою і тепер знаходиться у видимому діапазоні. У наш час в якості люмінесцентної речовини на екрані використовується переважно сульфід цинку. Рентгенівські промені проникають в об'єкти, непроникні для видимого світла. Видиме світло поглинається в набагато меншій мірі. Поглинання залежить від товщини і типу матеріалу. Якщо раніше рентгенівське випромінювання використовували навіть для того, щоб перевірити, чи добре сидить взуття, то тепер ми знаємо про шкідливий вплив цього випромінювання. В аеропортах його використовують для перевірки багажу.

Теорія (2/2)

PHYWE

Коли рентгенівське випромінювання з інтенсивністю I_0 потрапляє на речовину товщиною d , інтенсивність випромінювання I , що проходить, відповідно до закону поглинання має такий вигляд:

$$I = I_0 e^{-\mu(\lambda, Z) \cdot d} \quad (1)$$

I - інтенсивність випромінювання за поглиначем; I_0 - початкова інтенсивність випромінювання

μ - лінійний коефіцієнт поглинання; d - товщина матеріалу.

Рівняння (1) безпосередньо показує, що інтенсивність випромінювання за поглиначем також залежить від товщини поглинача. Лінійний коефіцієнт поглинання $\mu[\text{см}^{-1}]$ залежить від довжини хвилі λ випромінювання, а також від атомного номера Z поглинаючої речовини. Поглинальна здатність речовини різко зростає при збільшенні довжини хвилі або атомного номера поглинача.

Обладнання

PHYWE

Позиція	Матеріал	Пункт №.	Кількість
1	XR 4.0 X-ray Базова рентгенівська установка, 35 кВ	09057-99	1
2	XR 4.0 Знімна рентгенівська трубка Cu	09057-51	1
3	XR 4.0 X-ray Рентгенівське зображення, розширення	09155-88	1

PHYWE



Підготовка та виконання роботи

Підготовка

PHYWE

- Якщо в експериментальній камері встановлений гоніометр, його слід за можливості зняти.
- Встановіть оптичну лаву і розташуйте флуоресцентний екран у тримачі на оптичній лаві якомога далі вправо. Для стійкого розташування різних об'єктів перед флуоресцентним екраном рекомендується використовувати предметні столики.

Виконання роботи (1/3)

PHYWE

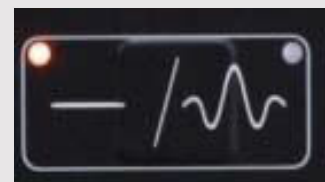
Розташуйте об'єкт безпосередньо перед флуоресцентним екраном або на відстані від нього, прямо на шляху променя. Якщо об'єкт розташовано на відстані від екрана, то його буде збільшено, і водночас він втратить різкість. Ви отримаєте висококонтрастне зображення за максимальної напруги на аноді (35 кВ) і максимальної сили струму на аноді (1,0 мА).

Тепер закрийте двері і дійте наступним чином:

- Зabloкуйте двері за допомогою кнопки 1.
- Активуйте рентгенівське випромінювання за допомогою кнопки 2.

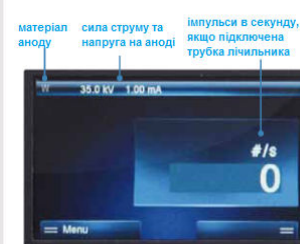


Кнопка 1



Кнопка 2

Потім на дисплеї відображається:

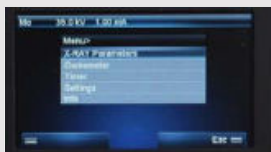


Виконання роботи (2/3)

PHYWE

Регулювання напруги і сили струму на аноді:

- Натисніть кнопку під "Меню" (дисплей).



- У наступному вікні виберіть "Параметри рентгенівського зображення" (використовуйте клавіші зі стрілками для вибору).

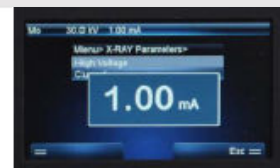


- Виберіть параметр, який необхідно змінити.
- Підтвердіть свій вибір натисканням Enter.

- Змініть поточне значення, яке відображається за допомогою клавіш зі стрілками.

- Підтвердіть натисканням Enter.

- Тепер будуть відображені нові параметри.



Виконання роботи (3/3)

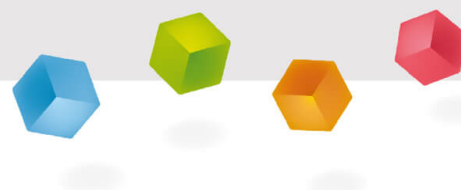
PHYWE

Фотозйомка цифровою камерою:

- Закріпіть камеру на ковзній опорі на оптичній лаві.
- Переведіть камеру в нічний режим і вимкніть спалах.
- Повністю затемніть приміщення або накрийте камеру кришкою.
- Ми рекомендуємо запускати камеру з таймером автоспуску, щоб зображення не розпливалося під час роботи з камерою.

PHYWE

Оцінка



Завдання 1

PHYWE

Зробіть рентгенівський знімок об'єкта і спостерігайте за результатом на флуоресцентному екрані.

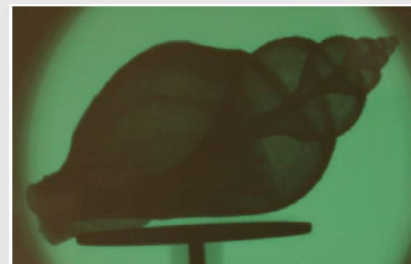
Рентгенівський знімок цифрового будильника: Відносно чітке зображення цифрового будильника можна побачити на флуоресцентному екрані (рис. 1). Зокрема, добре видно деталі, що містять метали. Усередині будильника дуже чітко видно дроти, оскільки вони складаються з металу, атомний номер якого значно вищий, ніж у навколишнього пластику. Пластик складається переважно з вуглецю, водню і кисню.

Рентгенівський знімок мушлі равлика: Внутрішнє веретено мушлі равлика добре видно на рис. 2. На рис. 1 видно, що пропускання залежить від товщини поглинача. Мушля равлика повністю складається з того ж матеріалу, але в області шпінделя є більше "маси" між джерелом рентгенівського випромінювання і екраном. Саме тому цю ділянку видно чіткіше завдяки вищому рівню поглинання.

Рисунок 1



Рисунок 2



Завдання 2

PHYWE

Змінюйте силу струму та напругу на аноді та спостерігайте за результатом на флуоресцентному екрані.

Коли сила струму на аноді зменшується, зображення стає темнішим. Те ж саме відбувається при зменшенні напруги на аноді.

Примітка:

Для демонстрації дії рентгенівських променів можна використовувати широкий спектр різних об'єктів. Особливо вражаючих результатів можна досягти або з об'єктами, що складаються з декількох різних матеріалів з різною поглинальною здатністю, або з об'єктами з різною товщиною матеріалу.

