

La radioactivitat que ens envolta: estudi de l'activitat de l'isòtop potassi 40 en una sal de KCl i el seu poder de penetració.

1. Objectius

- Iniciar-se en l'ús d'un detector de partícules TimePix i del programari PixetPro.
- Iniciar-se en l'ús del detector de radioactivitat Go Direct® Radiation Monitor i el programa Vernier Graphical Analysis.
- Identificar els diferents tipus de radiació pel rastre que deixen en el detector, i relacionar aquests rastres amb les característiques que presenten les partícules que el formen.
- Fer un recompte de les partícules beta absorbides al detector per tal de determinar l'activitat del potassi-40.
- Estudiar el seu poder de penetració en diferents materials.
- Comparar el funcionament dels dos detectors de radioactivitat.

2. Introducció teòrica

La radioactivitat és un procés natural i espontani en el qual àtoms inestables d'un element emeten o irradien l'excés d'energia del seu nucli i, així, canvien (o decauen) a àtoms d'un element diferent amb nuclis més estables.

Tipus de radiacions:

- **Radiació alfa (α):** formada per nuclis d'heli. En emetre una partícula alfa, el nucli perd dos protons i dos neutrons. Es tracta d'una partícula relativament pesada, amb una càrrega positiva de $+2|e|$ i que interacciona fortament amb la matèria. És molt ionitzant i, per tant, poc penetrant.

- **Radiació beta (β):** formada per electrons (β^-). Es tracta de partícules unes 1800 vegades més lleugeres que l'anterior i amb una càrrega de valor $|e|$ (la meitat de l'anterior) i per tant molt menys ionitzant, que interaccionen menys amb la matèria i en conseqüència tenen molta més penetració.

- **Radiació gamma (γ):** formada per fotons (ones EM) d'alta energia. En emetre fotons el nucli no canvia la seva naturalesa, sinó que només s'allibera d'energia sobrant. Es tracta de la partícula més lleugera (un fotó no té massa) i per tant interacciona molt menys amb la matèria, cosa que la fa molt més penetrant.

Detecció a través de MiniPix:

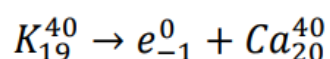
- Radiació alfa (α): trajectòries grans i arrodonides, anomenades Blobs (bombolles).
- Radiació beta (β): trajectòries llargues i sovint corbades, anomenades Worms (cucs).
- Radiació gamma (γ): no és possible distingir quin tipus de radiació ha produït aquestes trajectòries amb el nostre detector.

Radiació alfa (α)	Radiació beta (β)
	

El potassi, un dels minerals més abundants a la Terra, és present en la majoria dels aliments i és un element essencial en el cos humà. També és una font important de radiació natural.

El potassi es presenta a la natura com una barreja de tres isòtops: potassi-39, potassi-40 i potassi-41. Només el potassi-40, el menys abundant (un 0,012%!), és el més radioactiu.

La desintegració del nucli de potassi-40 emet radiació beta.



3. Procediment experimental

Material

2 g de clorur de potassi, KCl (5 g de Sal Light 60% KCl)
Detector MiniPix + Cable per a USB
Detector Go Direct Monitor + Cable per a USB
Vidre de rellotge o petita tapa de plàstic
Suport amb pinça
Full de càlcul i/o calculadora
Paper
Alumini

3.1. Detector MiniPix

Mètode experimental

1) Configuració del mètode d'anàlisi

- a. Connecteu el dispositiu MiniPix a un port USB de l'ordinador sense obrir la protecció.
- b. Obriu el programa PIXETPRO i comproveu que el programa es connecta amb el detector. Premeu el botó grid per a una millor visualització dels píxels del sensor.
- c. Configureu el detector de manera que el temps d'exposició sigui de 120 segons i una freqüència de mostreig de 10 segons per mostra (Count 12).
- d. Seleccioneu el tipus de mesurament 'Integral' (totes les imatges alhora).

2) Anàlisi de les mostres

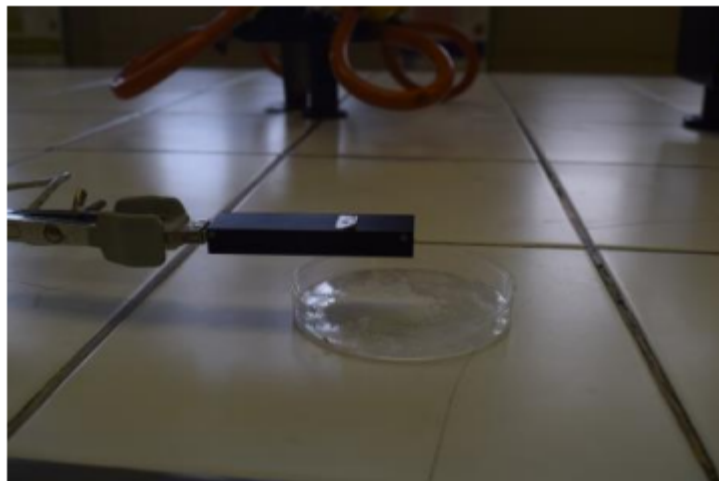
Blanc

- a. Obriu la finestra del detector i premeu el botó Start per iniciar la captura de dades.
- b. Una vegada acabada l'obtenció de les dades, tanqueu la finestra (el protector del xip).

- c. Quan el procés d'obtenció de dades finalitzi, tanqueu el protector del xip.
- d. Guardeu les dades generades indicant el tipus de mostra que heu analitzat.

Mostres KCl

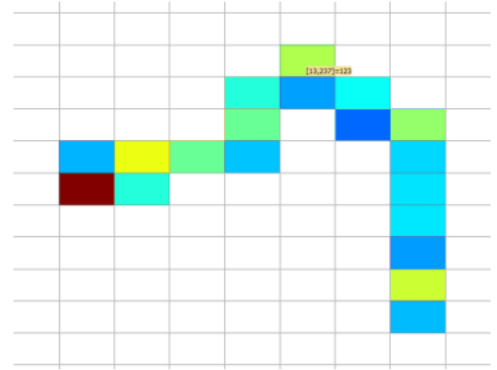
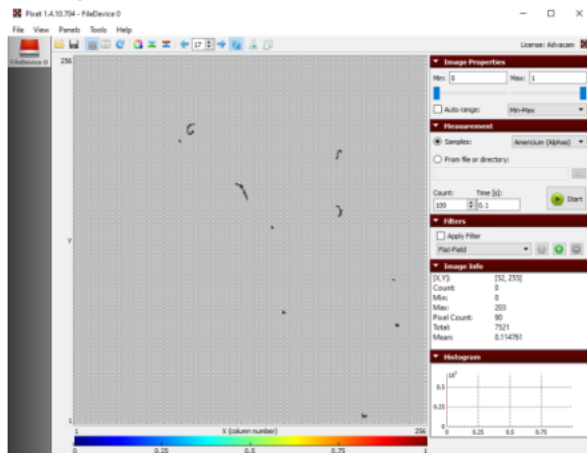
- a. Subjecteu el detector verticalment a un suport amb anella de manera que estigui a un centímetre per sobre del banc, tal i com es mostra a la imatge de sota.
- b. Col·loqueu la mostra de clorur de potassi sota la finestra del detector.
- c. Obriu de nou la finestra del detector i premeu el botó Start per iniciar la captura de dades.
- d. Una vegada acabada l'obtenció de les dades tanqueu la finestra (el protector del xip).
- e. Guardeu les dades generades indicant el tipus de mostra que heu analitzat.



Il·lustració 1 Dispositiu TIMEPIX en posició horitzontal amb la finestra enfocada cap avall (la mostra de KCl)

3) Processament de les dades

- a. Guardeu les dades generades a la carpeta de Google Drive del vostre grup.
- b. Compteu el nombre de Worms (cucs), que són trajectòries llargues i corbades produïdes per la radiació beta d'alta energia.



- c. Dividiu el nombre de partícules detectades pel temps transcorregut (300 s). Obtindreu l'activitat del potassi.
- d. Calculeu l'activitat del KCl a partir de la següent fórmula:

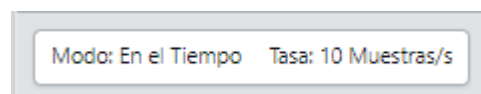
$$A = 5 \cdot (A_{KCl} - A_{fons})$$

3.2. Go Direct Radiation Monitor

Mètode experimental

1) Configuració del mètode d'anàlisi

- Obriu l'APP Vernier Graphical Analysis i connecteu el sensor (GDX-RAD 0C1008C1) a través de bluetooth a un dispositiu mòbil o ordinador.
- Prem l'ícone situat a la part inferior esquerra i configura els paràmetres d'adquisició.



Ajustes de la toma de datos ✕

Modo En el Tiempo ▼

Unidades de tiempo s ▼

Tasa 10 Muestras/s

Intervalo 0,1 s/Muestra

Comenzar toma de datos ☒ Manualmente ☐ Evento por disparo

Finalizar Toma de Datos ☒ Despues 200 s duracion ☐ Manualmente

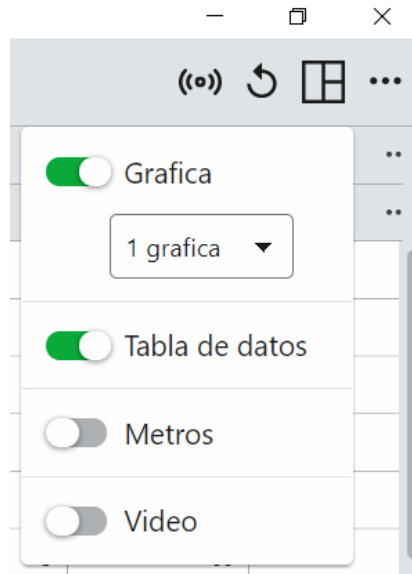
Total de muestras: 2001

CANCELAR **HECHO**

- Abans d'iniciar l'anàlisi crea un arxiu per guardar totes les dades que vagis generant.

2) Anàlisi de les mostres

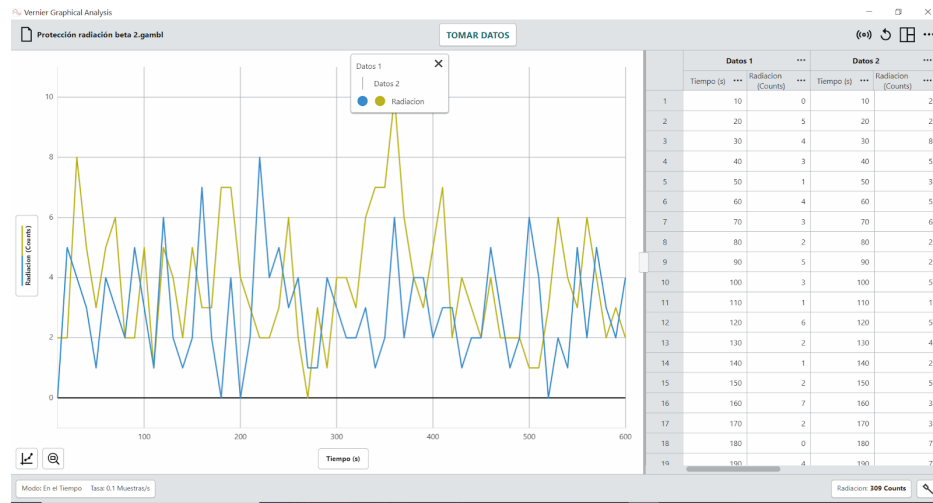
- a. Prem l'ícone situat a la part superior dreta "Opciones de vista" i selecciona "Gràfica" i "Tabla de datos".



- b. A continuació prem l'ícone "Herramientas de Gráficas" situat a la part inferior esquerra i selecciona "Leyenda de gráfica".



- c. Col·loca el detector en posició vertical a una separació d'uns 2 cm entre la superfície i la finestra del detector.
- d. Pren una mesura de la radioactivitat de fons (blanc) durant 300 segons (5 minuts).
- e. A continuació analitza les mostres de KCl amb o sense protecció durant 120 segons cada una.



f. Guardeu les dades generades.



g. Exporteu les següents dades:

- Gràfica 1
- CSV

h. Guardeu les dades generades a la carpeta de Google Drive del vostre grup.

3) Processament de les dades

- Inserteu les dades de la taula que heu exportat a la plantilla de l'informe de pràctiques.
- Calculeu el promig i la desviació estàndard per a cada mesura.