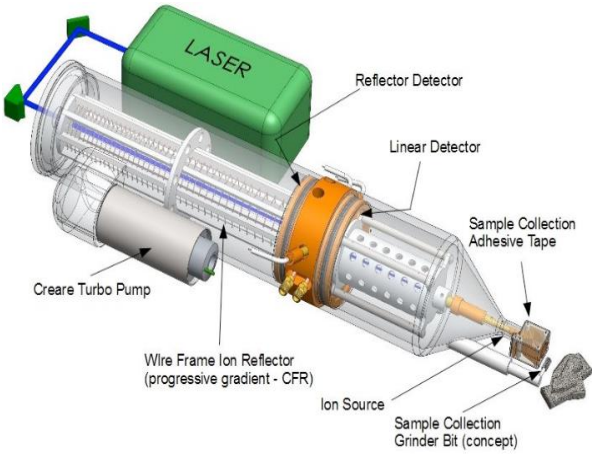
OLIMPIADA DE FÍSICA 2016-FASE LOCAL-PRINCIPADO DE ASTURIAS

(Resolver los problemas en hojas diferentes, ya que van a correctores distintos)

DNI: | | | | | | | | | |

PROBLEMA 1:

Algunas de las investigaciones en busca de vida fuera de nuestro planeta tratan de detectar la presencia de bio-marcadores en objetos extraterrestres. Se utilizan métodos de desorción laser con detección por espectrometría de masas (LD-MS), basados en el uso de un láser pulsado que interacciona con un sólido para producir la desorción e ionización de los compuestos moleculares que se encuentran en su superficie. Posteriormente estos iones son introducidos en un analizador de masas que los separa de acuerdo a su relación masa/carga. Recientemente se ha desarrollado un equipo LD-MS miniaturizado [1], en el que el láser pulsado utilizado tiene una energía de 1 µJ por pulso, y una duración de pulso de 0,190 ps y se enfoca sobre un área circular de 10 µm de diámetro en la muestra sólida.



a) Calcular la irradiancia del pulso láser aplicado a la muestra sólida (potencia durante el pulso láser por unidad de área). Expresar en unidades del S.I. ***(máx 3 puntos)***

Los iones moleculares son introducidos en un *analizador de masas de tiempo de vuelo*. En este analizador de masas los iones, que parten del reposo, son acelerados mediante una diferencia de potencial (U). A continuación, los iones "vuelan" en una región libre de campos electromagnéticos hasta alcanzar el detector. El espectro de masas que proporciona el *analizador de masas de tiempo de vuelo* muestra la relación entre el número de iones que alcanzan el detector y el tiempo de vuelo de cada ión. Posteriormente, a cada tiempo de vuelo se le asocia una relación masa/carga.

b) Determinar la velocidad que adquieren los iones en función del potencial electrostático (U) aplicado en la región de aceleración, su masa (m), *y* el número de cargas (z), correspondiendo cada carga a la carga del electrón. ***(máx 6 puntos)***

c) Si la región libre de campo electromagnético tiene una longitud L, determinar cuál es la relación entre el cociente masa/carga (m/z) de cada ion y el tiempo (t) que el ión tarda en alcanzar el detector. ***(máx 4 puntos)***

Las señales iónicas correspondientes a dos iones con similar relación masa/carga sólo se pueden separar, si disponemos de un detector capaz de medir con una resolución temporal menor a la diferencia de sus tiempos de vuelo:

d) Calcular el tiempo de vuelo de un ion de Gadolinio-156 ($^{156}Gd^{+}$) de masa 155,922 u y de un ion de Óxido de Cerio-156 ($^{156}CeO^{+}$) de masa 155,900 u, en la región libre de campos electromagnético (L=1 m), si previamente han sido acelerados por una diferencia de potencial de 1kV? (1 u = 1,66 × 10^{-27} Kg). ***(máx 6 puntos)***

e) ¿Qué resolución temporal necesito en mi detector para poder separar la señal de ambos iones? ***(máx 1 punto)***

---

[1] A miniature laser desorption/ionization time-of-flight mass spectrometer for in situ analysis of mars surface composition and identification of hazards in advance of future manned exploration. S. A. Getty1, w. B. Brinckerhoff1, r. D. Arevalo, jr.1, m. M. Floyd1, x. Li2, t. Cornish3, and s. A. Ecelberger3, 1nasa goddard space flight center (stephanie. A.getty@nasa.gov), 2 University of Maryland, Baltimore County, 3c&E Research, Inc.; Concepts And Approaches For Mars Exploration (2012).