

A fin de evitar malentendidos, lea atentamente estas instrucciones.

INSTRUCCIONES GENERALES

El desarrollo de este examen es individual, lo cual significa que no está permitido el intercambio de ideas, pistas ni estrategias con terceros (compañeros, profesores, amigos, *et-cetera*). Esto no significa que no se pueda ver ni conversar con sus compañeros del curso, sino tan sólo que el tema FI40C está proscrito de sus conversaciones durante los días de este examen. Tampoco puede hacer uso de información disponible en internet. Sin embargo, sí está permitida la consulta y uso de apuntes manuscritos o de textos impresos, casos en los cuales deberá indicar la bibliografía utilizada. Para tal efecto utilice la página adjunta al final de este escrito, la cual debe ser firmada y presentada como portada del desarrollo de su examen.

Referente a la presentación del examen, éste debe ser lo suficientemente claro y legible como para que un alumno a su mismo nivel pueda entenderlo. Esto será considerado en la evaluación de su trabajo.

Si bien en el examen se presentan 8 problemas, no todos ellos deben ser resueltos. Tales casos están claramente indicados y contemplan escalas de evaluación diferidas de acuerdo al nivel que me parece. Cada cual escoge el nivel que le acomode. Notar que el problema 4 es de coeficiente doble.

Dispone hasta la medianoche del lunes 28 de noviembre de 2005. Es un tiempo holgado para hacer un buen trabajo. La recomendación es comenzar a trabajar desde ya. Los exámenes los pueden dejar en mi casillero o con Carmen Belmar, secretaria de Física Teórica (3er piso). Los atrasos de cualquier índole en su entrega se penalizán con 2 puntos por día (o fracción) de atraso. Quienes tengan compromisos coincidentes con el plazo de entrega del examen deberán entregarlo previo a tales compromisos.

Buena suerte y provecho!

Problema 1 Resuelva uno de los dos siguientes:

1a [Escala 1-7]

Calcule las masas de un proton (938 MeV), una kaón (494 MeV), un muón (106 MeV) y un electrón (0.5 MeV) en unidades fm^{-1} . Compárelas con el momentum asociado a longitudes de onda del tamaño de un núcleo liviano ($\sim 2 \text{ fm}$). Para cada uno de éstos, determine la energía cinética mínima necesaria de modo que su longitud de onda de de Broglie sea comparable con el tamaño de un nucleón. Observe que, en general, la masa de los proyectiles es comparable a la del blanco (nucleón), por lo cual debe contemplarse efectos de centro de momentum.

1b [Escala 1-7]

Determine los niveles de energía del sistema ligado $^{90}\text{Zr}-\bar{p}$ (zirconio/anti-protón) cuando sólo se considera la interacción coulombiana. Además estime los radios asociados a cada una de las órbitas y comente sobre la estabilidad de tal sistema. En particular, qué órbitas son más factibles a la luz del tamaño finito de la distribución de nucleones en zirconio. ¿Se puede dar el estado análogo al fundamental del átomo H?

Problema 2 Resuelva uno de los tres siguientes:

2a [Escala 1-5]

En una muestra de un litro de CO_2 en condiciones estándares se detecta un promedio de 5 desintegraciones β por minuto ($^{14}\text{C} \rightarrow ^{14}\text{N} + e^- + \bar{\nu}_e$). Calcular la fracción de ^{14}C presente en la muestra si su semi-vida es de 5700 años.

2b [Escala 1-6]

El uranio natural en Tierra presenta isótopos ^{235}U y ^{238}U con abundancias de 0.72% y 99.27%, respectivamente. Suponiendo que al momento de la aparición (formación) de estos isótopos ambos tenían la misma abundancia, estime el tiempo de la aparición de éstos si sus semi-vidas respectivas son 7.04×10^8 y 4.47×10^9 años.

2c [Escala 1-7]

Una muestra de oro es expuesta a un haz de neutrones de intensidad constante tal que 10^{10} por segundo de ellos son absorbidos en la reacción $n + ^{197}\text{Au} \rightarrow ^{198}\text{Au} + \gamma$. El núcleo ^{198}Au decae (β) a ^{198}Hg con una vida media de 3.89 días. Calcule el número de núcleos de ^{198}Au y ^{198}Hg al cabo de 6 días de irradiación. Suponga que el mercurio no es afectado por el haz de neutrones. Determine la población de equilibrio de núcleos ^{198}Au .

Problema 3 Resuelva uno de los dos siguientes:

3a [Escala 1-6]

Deduzca la contribución coulombiana $a_c Z^2/A^{1/3}$ para la fórmula de masa, y el término de asimetría nuclear, $a_a(N - Z)^2/4A$. En cada caso obtenga estimaciones para las constantes a_c y a_a , respectivamente.

3b [Escala 1-7]

Haciendo uso de la fórmula de masa y despreciando el término de apareamiento, infiera que núcleos esféricos con $Z^2/A \gtrsim 20 \text{ MeV}$, son inestables ante el decaimiento en dos fragmentos idénticos.

Problema 4 [Escala 1-7], coeficiente 2

Calcule y grafique (escala semi-log) el factor de forma $|F(q^2)|^2$ para ^{16}O . Identifique además la ubicación en q del primer mínimo. El factor de forma debe ser obtenido utilizando su programa para el cálculo de las funciones de onda de un potencial Woods-Saxon sin acoplamiento spin-órbita:

$$V(r) = \frac{V_0}{1 + \exp[(r - R)/a]} .$$

La configuración de protones se supone idéntica a la de neutrones: $(1s_{1/2})^2(1p_{1/2})^2(1p_{3/2})^4$. Un radio cuadrático medio aceptable para su densidad es ~ 2.6 fm. Para su construcción busque un acomodo ("al tanteo") de V_0 y R que permitan la ocurrencia de la configuración $s - p$ que exhibe el núcleo. Cuide que efectivamente los dos estados más bajos ocurren para $L = 0, 1$. En relación a este problema espero que:

- Se expliciten las fórmulas utilizadas en su cálculo.
- Explicita las constantes (masas, $\hbar c$, etc) convenidas en sus cálculos.
- Informe las constantes V_0 y R obtenidas en sus cálculos. Ello a fin de reproducir sus resultados durante la corrección.
- Esboze en no mas de 1 página la manera como ha procedido en sus cálculos, sin entrar en detalles de programación.
- Presente un gráfico $\rho(r)$ para la densidad de protones (o neutrones).

FI40C - INTRODUCCION A LA FISICA NUCLEAR / 2005
EXAMEN

*Yo,....., doy mi palabra
que durante el desarrollo de este Examen no he intercambiado in-
formación verbal ni escrita con terceros sobre los contenidos de éste.*

.....
Firma

BIBLIOGRAFIA:

- 1.
- 2.
- 3.
- .

PROBLEMAS ENTREGADOS:

1a	
1b	
2a	
2b	
2c	
3a	
3b	
4	