



## Laboratorio 5

# Normas de Seguridad

- Normas Generales
- Electricidad; Precauciones con alta tensión
- Seguridad con Laseres
- Seguridad con elementos radioactivos
- Seguridad química
- Seguridad con líquidos criogénicos

**LEER**

**REGLAS BÁSICAS DE HIGIENE Y SEGURIDAD**  
**Normas de Seguridad para laboratorios superiores**

No comer, beber, fumar o maquillarse.

No bloquear las rutas de escape o pasillos con elementos que entorpezcan la correcta circulación.

Conocer la ubicación de los elementos de seguridad: matafuegos, botiquín.

**RUTINAS ANTE EMERGENCIAS**

Llamar al interno 311 de las *Oficinas de Seguridad y Control*.



## Riesgos Eléctricos

- Incendios:

- Sobrecalentamiento de equipos
- Cercanía de materiales inflamables y/o combustibles con equipos que levantan temperatura.

- Quemaduras:

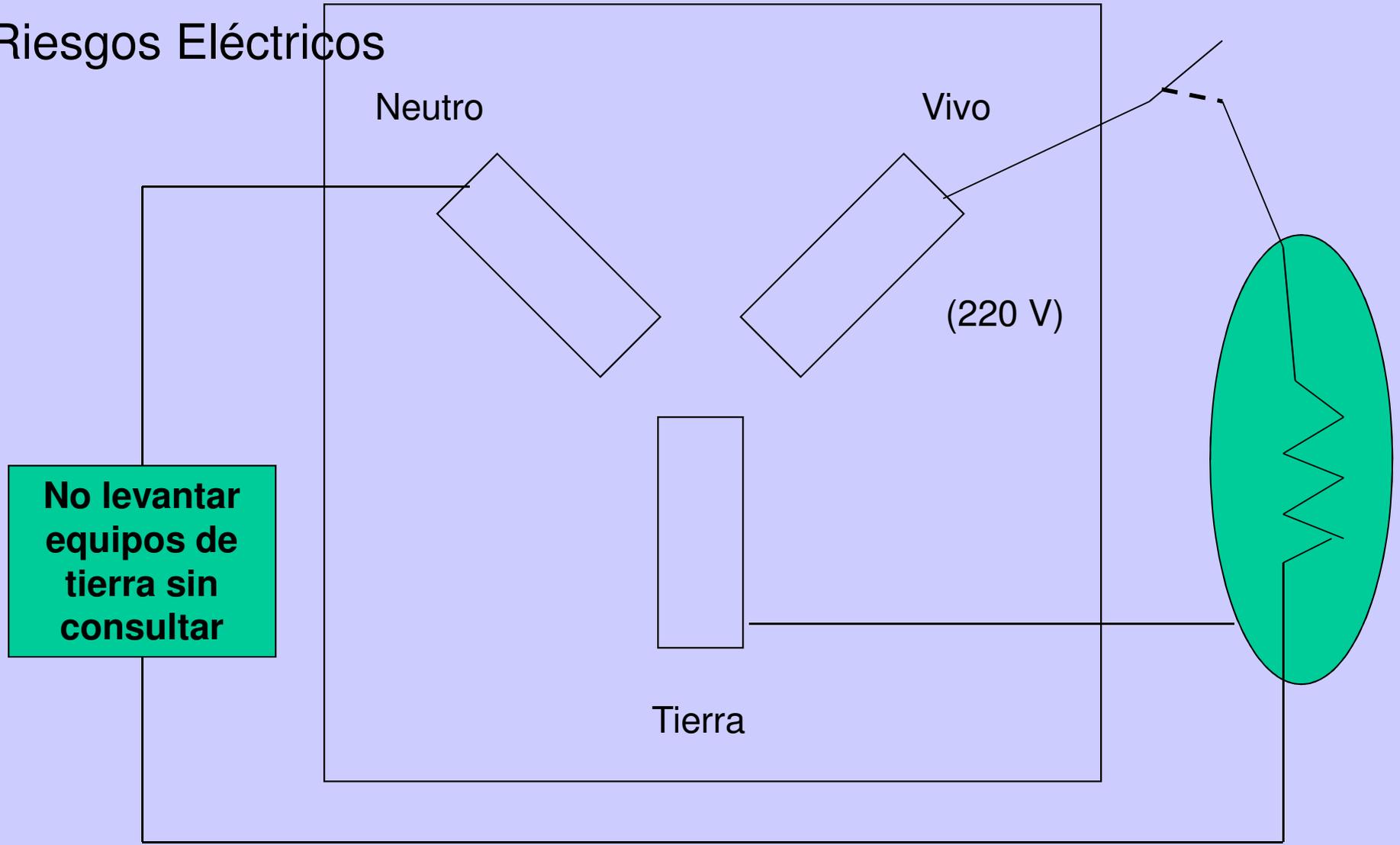
- Contacto directo con un conductor que levantó temperatura.
- Chispas

- Descarga eléctrica: Chispas o arcos (peligrosos al trabajar con alta tensión)

- **Shock eléctrico:** Se produce cuando una corriente eléctrica atraviesa el cuerpo humano: **Atención a las conexiones**



## Riesgos Eléctricos





## Riesgos Eléctricos

- Corriente (AC):
  - **< 25 mA** → contracción muscular
  - **25-80 mA** → contracción muscular + parálisis temporal cardíaca y/o respiratoria
  - **80 mA – 4 A** → Fibrilación ventricular (cambio de ritmo cardíaco)
  - **> 4 A** → Parálisis cardíaca, quemaduras
- La corriente DC es más peligrosa!!



- Tension:

La  $R$  del cuerpo es muy variable, ( algunos  $k\Omega$ ).

A bajo voltaje la corriente circula por la piel.

El riesgo depende de la impedancia del contacto.

Si toda la  $I$  pasa por el cuerpo:

Máxima tensión de contacto  $\sim 70$  V.

A voltajes 300-800 V se produce fibrilación.



## Alta tensión

- Asegúrense que la fuente y el circuito estén a tierra
- Nunca toquen un elemento (cable) que haya sido conectado a alta tensión sin antes cortocircuitarlo a tierra.
- Las fuentes de alta tensión pueden tener condensadores que permanezcan cargados después de apagada la fuente. Una descarga de un condensador cargado con alta tensión puede ser letal. No toquen el vivo de la fuente sin antes asegurarse que este descargada.
- Cubran todas las conexiones para evitar contactos accidentales.
- No usen cualquier cable, solo los específicos.
- Desconecte la alta tensión si se alejan del experimento.



## Riesgos en el Laboratorio

Los equipos conectados a la red. Revisar siempre:

Estado del enchufe y cables

Conexión a tierra (tercera pata)

**Fuentes de alta tensión.**

Daño en los equipos: Leer los manuales

Evitar que se produzcan cortocircuitos

Amperímetros se conectan en serie

Respetar polaridades

Respetar escalas

Respetar corrientes máximas



# Seguridad con láseres





# Daños en los ojos

Daños en la piel

en general de origen térmico, proteínas que se denaturalizan, o fotoquímico



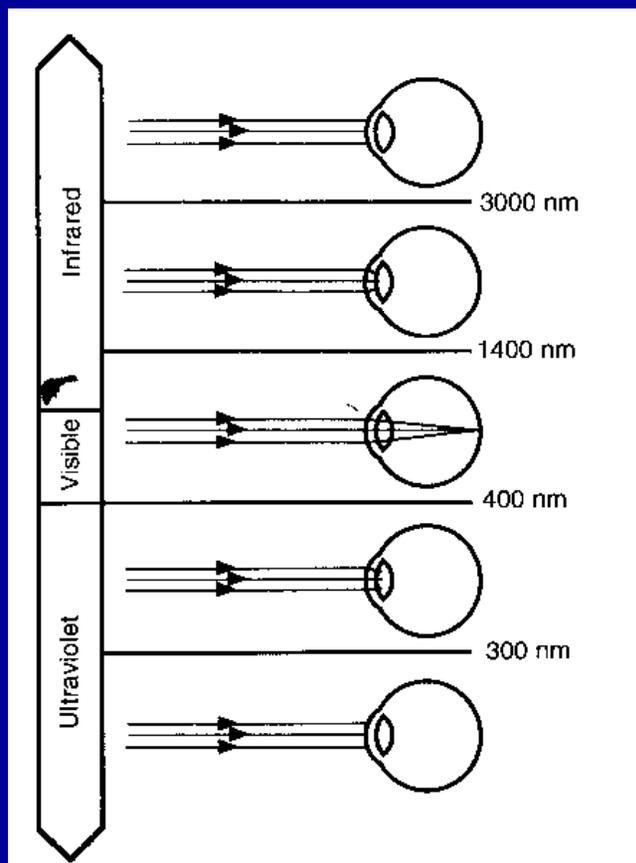
## Clases de láseres

### Daño ocular

Clase		Luz directa	Luz difusa
1	seguro	No	No
2 (vis)	$< 1\text{mW}$	Sólo después de 0.25s	No
3a	$1\text{mW} < P < 5\text{mW}$	Sí	No
3b	$< 500\text{mW}$	Si	Sólo cuando la potencia está cerca del límite de 0.5 W
4	$> 500\text{ mW}$	Sí	Sí



## Daños en los ojos según la longitud de onda



Córnea

fotofobia, lagrimeo, cataratas

Cristalino

Retina

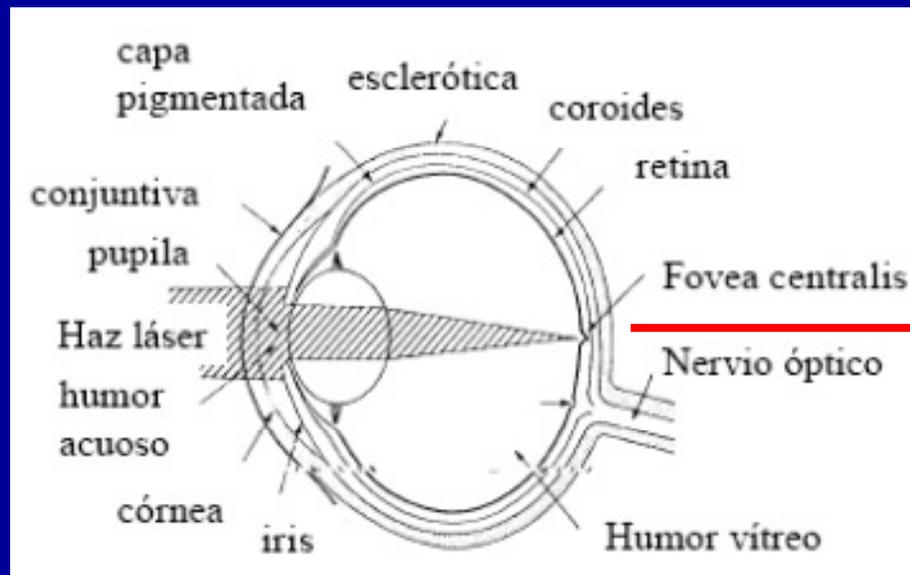
daño retinal irreversible, pérdida parcial o total de la visión

Cristalino

Córnea

# Seguridad en Laboratorios

Departamento de Física  
Juan José Giambiagi



enfoca en 10-20  $\mu\text{m}$

$>10^5$  veces más densidad de potencia que en la pupila

zona visión detallada  $\sim 150\mu\text{m}$



## Máxima exposición permitida (MEP) (FCEyN)

	Tipo de láser	Long de onda (μm)	MEP ( W / cm <sup>2</sup> )			
			T= 0.25 s	T=10s	T=600s	T=30.000 s
IR	Nd:YAG CW	1.064		5 10 <sup>-3</sup>		2 10 <sup>-3</sup>
	Nd:YAG pulsado (Q-S)	1.064		2 10 <sup>-5</sup>		2 10 <sup>-6</sup>
	Diodo IR	0.840		2 10 <sup>-3</sup>		
visible	He-Ne	0.632	2.5 10 <sup>-3</sup>		3 10 <sup>-4</sup>	2 10 <sup>-5</sup>
	Argón	0.514	2.5 10 <sup>-3</sup>		2 10 <sup>-5</sup>	1 10 <sup>-6</sup>

parpadeo reflejo    parpadeo normal    luz difusa durante alineación    1 día laborable de exposición

1 mW de He-Ne en una pupila dilatada está 10 veces por encima del MEP



## ejemplos por debajo del MEP

- Luz directa de un puntero láser Clase II de menos de 1mW.
- Luz difusa de un láser de He-Ne (Clase 3a) incidiendo en una pared



## ejemplos que exceden el MEP

- Luz directa de un puntero láser de 5mW (Clase 3a) a menos de 17m
- Luz directa de un láser de He-Ne de más de  $100 \mu\text{W}$
- Estar a menos de 1 km de un haz directo de Nd:YAG (CW) de alta potencia
- No usar antiparras de seguridad trabajando con un láser Clase IV como los de Labo5



## Nunca mirar el láser directamente, cualquiera sea su Clase

- Siempre bloquear el haz en una pantalla o barrera apropiada. Confinar el haz.
- Evitar utilizar relojes, colgantes, etc que puedan ocasionar una reflexión directa del haz
- Extremo cuidado en la etapa de alineación
- Usar siempre antiparras de seguridad para Clase 4
- No permitir la circulación de gente cuando se trabaje con láseres pulsados no confinados Clase 4



## Laboratorio 5

### Láseres disponibles

Denominación y tipo	Potencia y longitud de onda	Clase
Láseres de semiconductor, diodo láser	4.5 mW @ 670 nm	3a
Láseres de He-Ne	1 mW @ 630 nm	2
Láseres de He-Ne	10 mW @ 630 nm	3b
Láseres de He-Ne	15 mW @ 630 nm	3b
Láser de diodo de alta potencia	2W @ 800nm	4
Armado de cavidades, Nd:YAG, CW y pulsado	100 a 300 mW @ 1064 nm	4

# Seguridad en Laboratorios

Departamento de Física  
Juan José Giambiagi

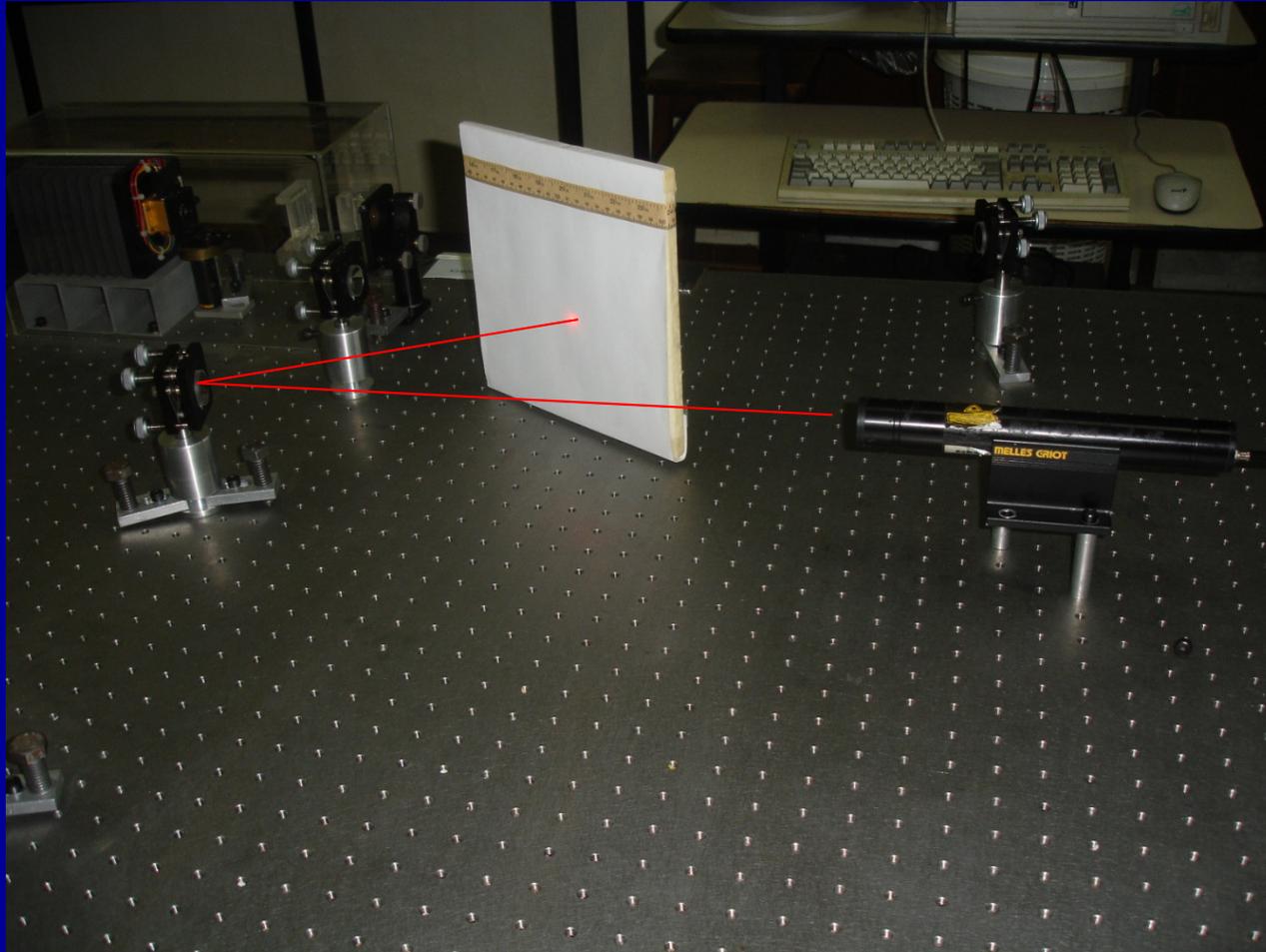
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires



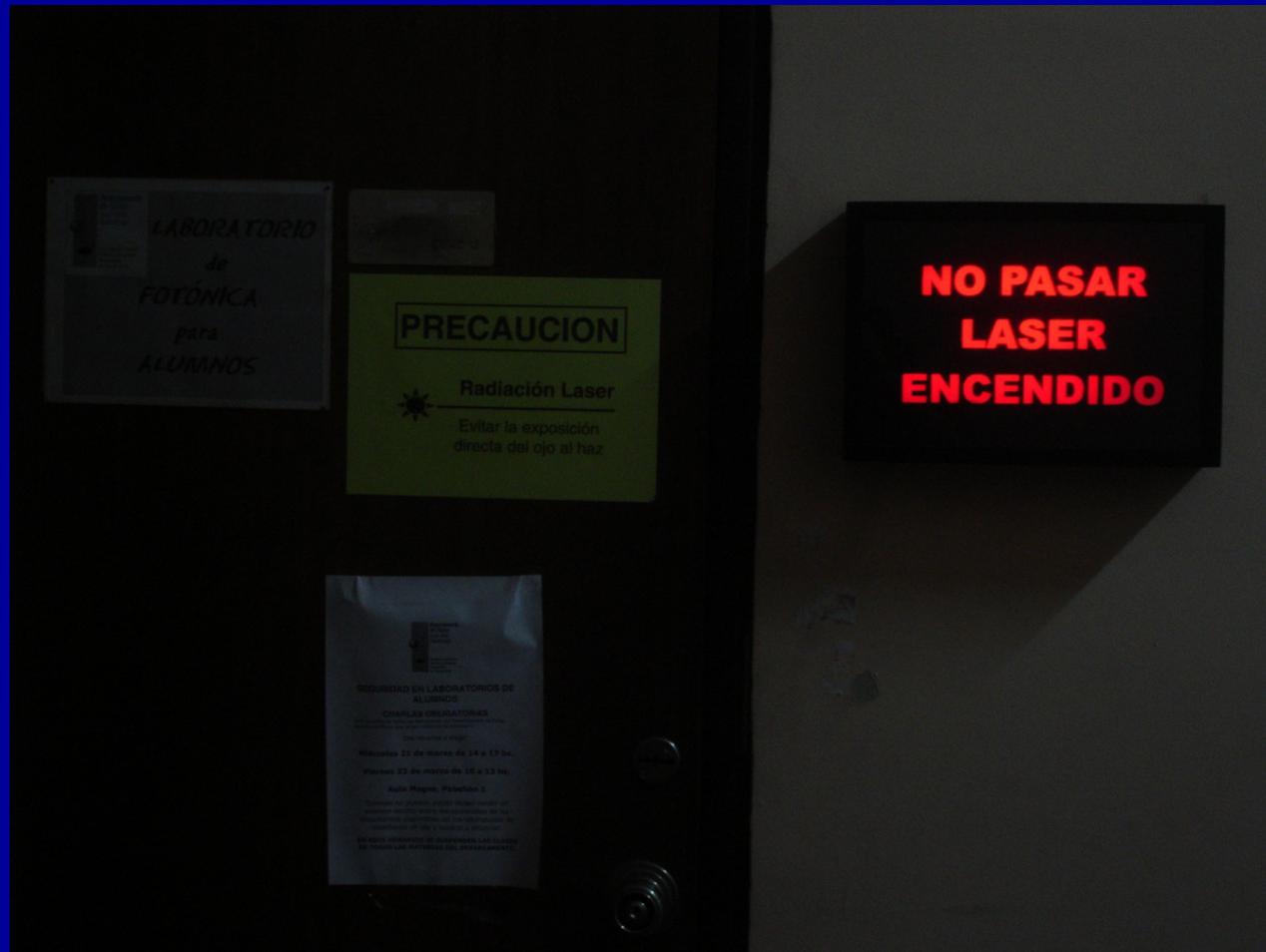
# Seguridad en Laboratorios

Departamento de Física  
Juan José Giambiagi

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires



# Seguridad en Laboratorios



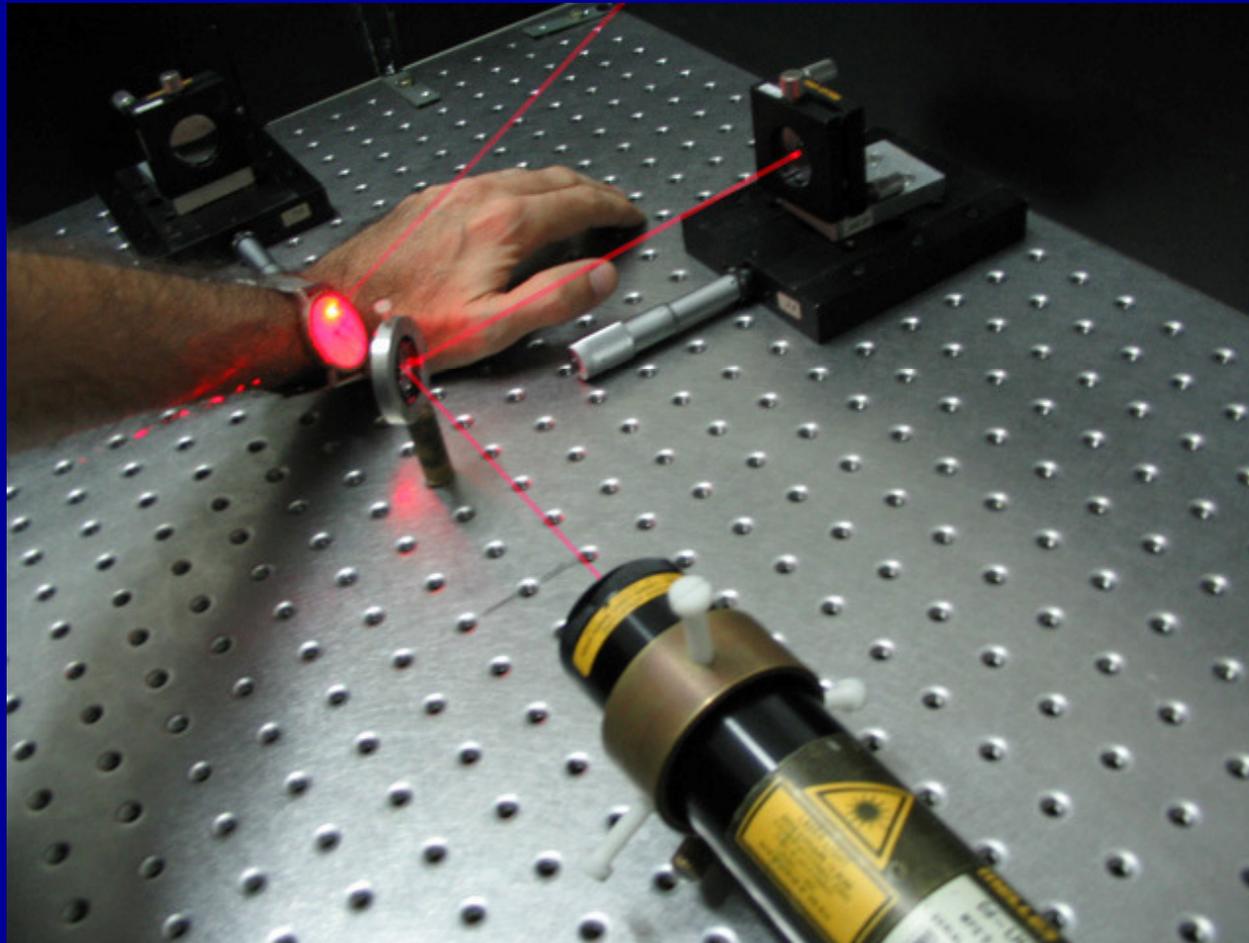


## Errores comunes





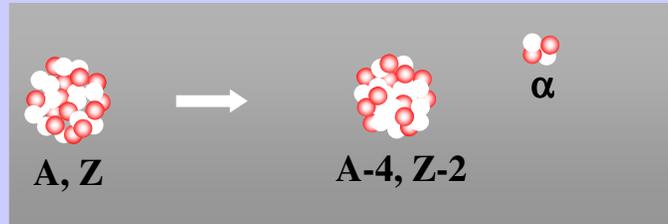
## Errores comunes





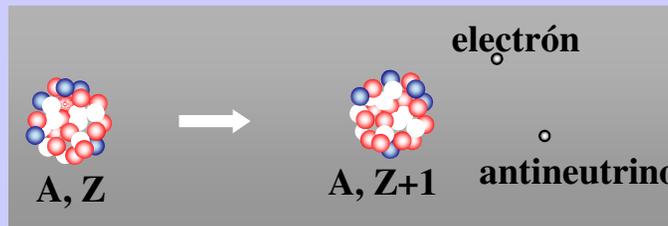
# Normas para el uso de material radiactivo

**Decaimiento alfa**



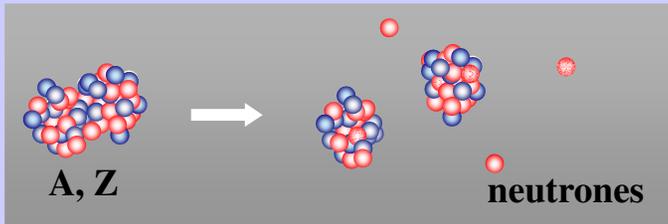
**Part. alfa:** ionizan mucho el medio que atraviesan, frenándose rápidamente.

**Decaimiento beta**



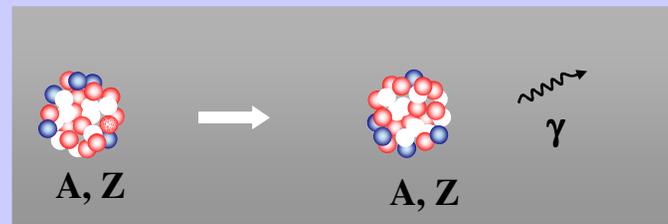
**Electrones:** más penetrantes que las partículas alfa, ionizan poco el medio que atraviesan.

**Fisión espontánea**



**Neutrones:** muy penetrantes, ionizan la materia algo menos que las partículas alfa.

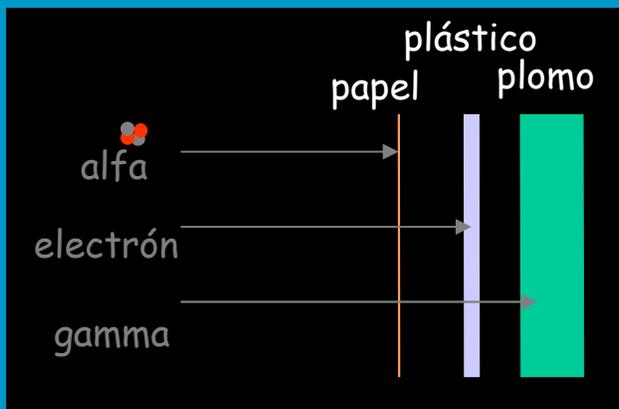
**Decaimiento gamma**



**Rad. gamma:** poco ionizantes, su intensidad (no su energía!!) decrece exponencialmente a medida que atraviesan la materia.



## Fuentes comúnmente utilizadas en laboratorios de investigación



Radiación

Fuente

(Material radiactivo)

gamma

sellada

electrón, alfa

descubierta



**Actividad:** 1 Becquerel = 1 desintegración por segundo  
Otra unidad (vieja): 1 Curie =  $3.7 \times 10^{10}$  Bq

**Dosis absorbida:** Cantidad de energía absorbida por unidad de masa

1 Gray = 1 Joule/kg

1 rad = 100 erg/g = 0.01 Gray

**Dosis absorbida efectiva:** Dosis absorbida x RBE  
(Relative biological effectiveness, para rayos gamma y X RBE =1)

1 Sievert (Sv) = 1 Joule/kg



Actividad natural del cuerpo humano: aprox. 12 kBq

Dosis absorbida media anual: aproximadamente 2 mSv



## Dosis absorbidas máximas recomendadas

Organo o tejido	Publico en general mSv/año (Rem/año)	Trabajadores expuestos a la radiación mSv/año (Rem/año)
Todo el cuerpo, médula de huesos.	5 (0.5)	50 (5)
Ojos	150 (15.)	15 (1.5)
Huesos, piel, Tiroides	30 (3)	300 (30)
Manos, pies, brazos, piernas	75 (7.5)	750 (75)
Otros órganos o tejidos	15 (1.5)	150 (15)
Abdomen de mujeres embarazadas	0.6 (0.06) / 2 semanas	0.6 (0.06) / 2 semanas
Dosis promedio que recibe la población (USA) en general. Fuentes naturales y artificiales (medicina, etc.)	4 (0.4)	4 (0.4)

Dosis inferior a 5 mSv/año se considera inocua



## Fuentes comúnmente utilizadas en el laboratorio

### Fuentes de radiación gamma, selladas

Radioisótopo	Actividad [kBq]	Actividad [μCi]
$^{22}\text{Na}$	8	2.2
$^{60}\text{Co}$	1	0.3
$^{133}\text{Ba}$	0.5	0.1
$^{137}\text{Cs}$	3	0.8
$^{207}\text{Bi}$	1.5	0.4

Dosis absorbidas?

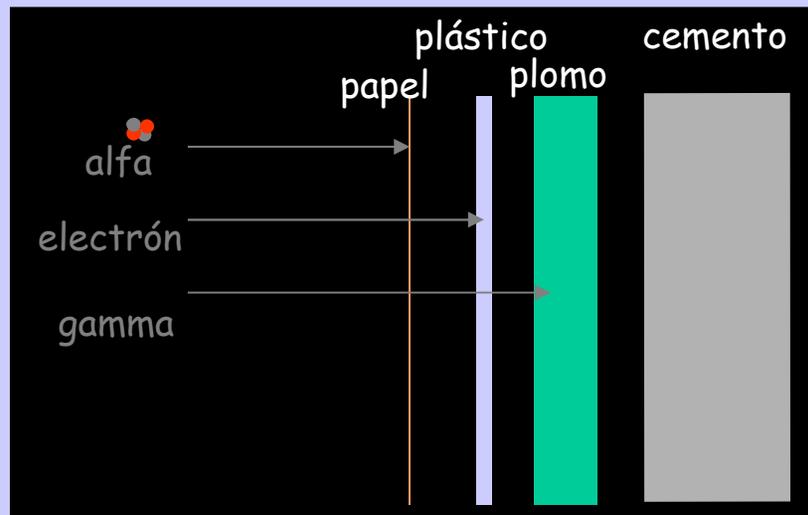


Tiempo: dosis depende linealmente con el tiempo.

Distancia: exposición disminuye con el cuadrado de la distancia!!!



Blindaje





## Fuentes comúnmente utilizadas en el laboratorio

### Fuentes de radiación gamma, selladas

Radioisótopo	Actividad [kBq]	Actividad [μCi]
$^{22}\text{Na}$	8	2.2
$^{60}\text{Co}$	1	0.3
$^{133}\text{Ba}$	0.5	0.1
$^{137}\text{Cs}$	3	0.8
$^{207}\text{Bi}$	1.5	0.4

Suponiendo una exposición de  
 $t=900\text{ s}$  y  $d=1\text{ cm}$

$$\leq 6\mu\text{Sv}$$



## Utilización de material radiactivo en el laboratorio

Área de trabajo establecida

Acceso restringido

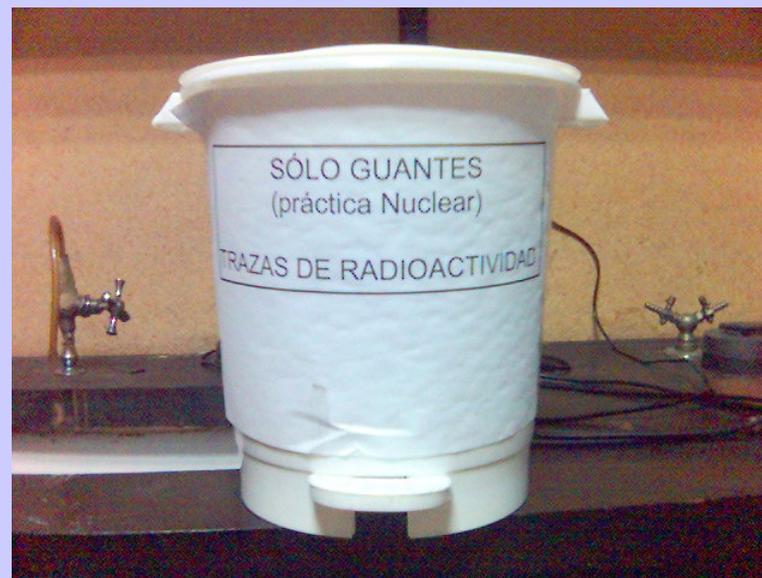
~~fuentes extraviadas~~





## Utilización de material radiactivo en el laboratorio

¿Uso de guantes, antiparras, botas?





## Epílogo

¿Son siempre inocuas las fuentes radiactivas?

**NO!**

(facultad) prácticas nuclear  $\approx 1 - 10$  kBq  
(hospital) bomba de cobalto  $\approx 50 \times 10^9$  kBq

¿Cómo me doy cuenta si una fuente es intensa?

¿Cómo distingo una fuente alfa de una fuente gamma?

# ¡¡¡Midiendo!!!



# Seguridad química



# Seguridad química

- Pinzas Ópticas
- Fluidos
- Nanofabricación-AFM
- Espectroscopía



✓ Preparación de soluciones



# Seguridad química

- Conocer los datos de seguridad de los reactivos!!

- Utilizar los guantes indicados



- Mesada de trabajo
  - Orden y limpieza
  - Rótulos
  - Residuos





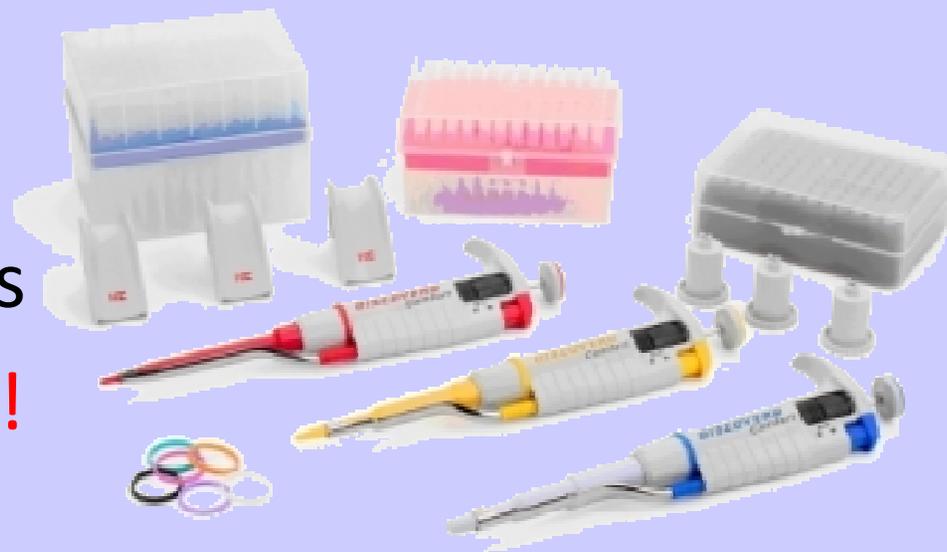
# Seguridad química

- Limpieza del material
  - Materia de vidrio
  - Material descartable



- Correcto uso de pipetas

**CONSULTE AL DOCENTE!**





# Seguridad química

- Residuos

## PAUTAS PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS Y PATOGÉNICOS

**Peligrosos (ácidos, álcalis, oxidantes, corrosivos, guantes, trapos, etc.):**

Los residuos líquidos se deberán acumular en Bidones provistos por el Servicio de Higiene y Seguridad. Mantenerlos tapado. No mezclar sin consultar al Docente.

Los residuos sólidos se deberán acumular en bolsas negras dentro de cajas provistas por el Servicio de Higiene y Seguridad. No tirar residuos domésticos.

**Patogénicos (tips, guantes, cajas de petri, etc.):**

Los residuos biológicos (sangre, tejidos animales o humanos y todo el material que haya estado en contacto con ellos) se deberán acumular en bolsas rojas dentro de cestos con tapa provistos por el Servicio de Higiene y Seguridad. Quedan exceptuados los elementos corto-punzantes (agujas, hojas de bisturíes), que se recogerán en contenedores especiales.

**ANTE CUALQUIER DUDA CONSULTE CON EL DOCENTE**



# Líquidos criogénicos Seguridad en su uso



Se los denomina criogénicos a los líquidos con  $T < -150^{\circ}\text{C}$  o sea  $T < 123^{\circ}\text{K}$ .

Los mas usados son: helio, nitrógeno, y oxígeno

**Helio: Peso Molecular: 4.003**

**Ebullición @ 1 atm:  $(-268.9^{\circ}\text{C}, 4.1^{\circ}\text{K})$**

Calor latente: 21 J/g

4 K

**Nitrógeno: Peso Molecular : 28.01**

**Ebullición @ 1 atm:  $(-195.8^{\circ}\text{C}, 77.2^{\circ}\text{K})$**

Calor latente: 200 J/g

77 K

**Oxígeno: Peso Molecular : 32**

**Ebullición @ 1 atm:  $(-183.0^{\circ}\text{C}, 90^{\circ}\text{K})$**

Calor latente: 213 J/g

90 K

**Agua: Peso Molecular : 34**

**Ebullición @ 1 atm:  $(100.0^{\circ}\text{C}, 373.15\text{K})$**

Calor latente: 2200 J/g

373 K



- Cómo se los obtiene?

Mediante máquinas diseñadas para que el gas realice ciclos termodinámicos reduciendo su temperatura.



**Licuefactor de Nitrógeno -196 ° C**



**Licuefactor de Helio -270 ° C**



El bajo calor latente de vaporización de los líquidos criogénicos hace que se evaporen rápidamente



1 Watt: 1 J/s                      durante 20 segundos

10 litros de HL            100mL de NL             $10^{-4}$  L de H<sub>2</sub>O



## Algunos modelos de termos de almacenaje o transporte



NL

HL





# Seguridad en Criogenia

- Quemaduras
- La presión
- La humedad
- La combustión





## Quemaduras

Si la piel es expuesta a muy bajas  $T$ , el efecto es similar a una quemadura (gravedad  $\sim$  tiempo,  $T$ ). Puede ocurrir:

Durante transferencias, por salpicado

Por contacto con superficies frías. Se complica con la adherencia rápida de la piel a la superficie, por la humedad

Es mas peligroso tener protección no adecuada que ninguna, puede enfriarse y congelarse y es difícil de remover, el tiempo de exposición aumenta,

En contacto con los ojos puede producir daño permanente.



## Protección:

Si puede haber salpicaduras: protección cara

Manos: guantes sueltos no absorbentes (cuero o PVC)

Manejo de volúmenes importantes: ropa sin bolsillos, pantalones sin botamangas zapatos cerrados

## Primeros auxilios:

Enjuagar con agua de la canilla, suave, para restablecer la temperatura

No aplicar calor directo

Retirar joyas metales, llamar asistencia médica, reposo, sin ingerir alimentos

# Seguridad en Laboratorios

Departamento de Física  
Juan José Giambiagi

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires







## LA PRESIÓN

Los líquidos criogénicos tienen bajos calores de vaporización

La evaporación puede ser muy rápida, y si están en reservorios cerrados, la presión puede elevarse rápidamente.

Si se evapora 1 litro líquido de NL equivale a 680 litros de gas a PTN. Si ocurre rápidamente, ese aumento de volumen resulta en un aumento de presión



## La humedad

Los termos de almacenaje o transporte por otro lado deben estar cerrados y "soplado" para evitar la condensación de por ejemplo agua en los cuellos que pueda taparlos con al formación de hielo.

En el caso de Helio es mas cuidadoso, el tapón sólido puede ser hasta de aire.

Se soluciona con sopapas para romper el hielo y evitar el aumento de presión-



# La combustión

El **Oxígeno líquido** es un excelente comburente (no es un combustible)

Puede aumentar notablemente la combustión

No debe estar en contacto con grasas orgánicas, pudiendo producirse una combustión espontánea.

Es por eso que se usa en los laboratorios  
**Nitrógeno líquido**

Pero notar que si un termo es dejado abierto durante un tiempo (horas) se enriquecerá con Oxígeno, su  $T$  aumentará, y saturará en la composición de aire líquido, comportándose mas como Oxígeno líquido.