

<b>Normas de seguridad</b>	<b>Laboratorio</b>
Normas Generales	1,2,3,4,5,6,7
Electricidad; Precauciones con alta tensión	3,4,5,6,7
Seguridad con Láseres	2,3,4,5,6,7
Líquidos Criogénicos	4
Seguridad con elementos radioactivos	5,6,7

**Las medidas de Seguridad en los Laboratorios de Enseñanza son un conjunto de procedimientos destinados a salvaguardar la integridad física de los alumnos, docentes y no docentes**

- **a) preventivos**, minimizar las fuentes de peligro y evitar accidentes
- **b) En emergencias**, conductas proactivas hacia la seguridad e higiene, rutinas pautadas en cada caso.



Leer :  
**REGLAS BÁSICAS DE HIGIENE Y SEGURIDAD**  
**NORMAS DE SEGURIDAD EN 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.



1. Proveer a los accidentados los primeros auxilios con los elementos provistos en el botiquín.
2. Llamar al interno de las *Oficinas de Seguridad y Control*:  
*#58311*
3. Avisar al docente

# Normas de seguridad para el trabajo con HORNOS Y BAÑOS TERMICOS



- Si utiliza elementos a alta temperatura debe señalizarlo en el exterior.
- Evite tocarlo con su cuerpo. Puede ocasionarle quemaduras graves.
- Para recoger recipientes calientes como cápsulas, crisoles, vasos, etc., utilizar pinzas y guantes adecuados. 50°C QUEMAN!!!
- Al calentar un material colocarlo sobre un material térmicamente aislante

# TIPOS DE GUANTES

Guantes contra agresiones térmicas

Guantes de asbesto resistentes, a temperaturas de hasta 100°C



Guantes de kevlar/nomex para el manejo de objetos hasta 300°C

Guantes Kevlar para protección de altas temperaturas hasta 500°C



Glove Types	Glove Shell Construction	Features and Attributes
 <b>Leather</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cut pieces are sewn together (has seams)</li> <li>• Common leathers: cow, sheep, goat, pig, horse, buffalo, deer, elk</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Highly durable</li> <li>• High abrasion resistance</li> <li>• Naturally flame resistant</li> </ul>
 <b>String Knit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seamless knit</li> <li>• Common fibers: cotton, nylon, polyester, HPPE, para-aramid</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• High dexterity</li> <li>• High breathability</li> <li>• Engineered yarns can offer several hazard protections</li> </ul>
 <b>Mechanics</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Layers of different materials</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cut and sewn</li> <li>• High dexterity</li> <li>• Variety of protection offerings</li> <li>• Zoned protection</li> </ul>
 <b>Chemical</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Common materials: nitrile, neoprene, latex, PVC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resists liquid and chemical penetration</li> <li>• Can resist chemical degradation</li> </ul>
 <b>Disposable</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Common materials: nitrile, latex, polyethylene</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prevents cross contamination</li> </ul>

Se los denomina criogénicos a los líquidos con

$$T < -150\text{ }^{\circ}\text{C} \quad (T < 123\text{K})$$

El más usado es nitrógeno

77K

**Nitrógeno: Peso Molecular: 28.01**  
**Ebullición @ 1 atm: (-195.8 °C, 77.2 °K)**  
Calor latente: 200 J/g



323K

**Agua: Peso Molecular: 34**  
**Ebullición @ 1 atm: (100.0 °C, 373.15 °K)**  
Calor latente: 2200 J/g



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

1 Watt: 1 J/s                      durante 20 s

Evapora

100mL de NL

$10^{-4}$  L de H<sub>2</sub>O



- 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  $\propto$  tiempo,  $T$ ). El contacto 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 uso de líquidos criogénicos



## LA PRESIÓN

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

Los termos de almacenaje o transporte están sometidos a reglamentación y normas

Nunca deben cerrarse las salidas de gas, la evaporación natural aumentaría la presión del termo.

Como en general no pueden dejarse abiertos al ambiente, deben estar provistos de válvulas de alivio, para que la presión en el termo tenga un valor máximo controlado

Válvulas de sobrepresión (de alivio) y discos de ruptura-



## 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 la formación de hielo.

## 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

·  
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 más como Oxígeno líquido.

- Incendios:

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

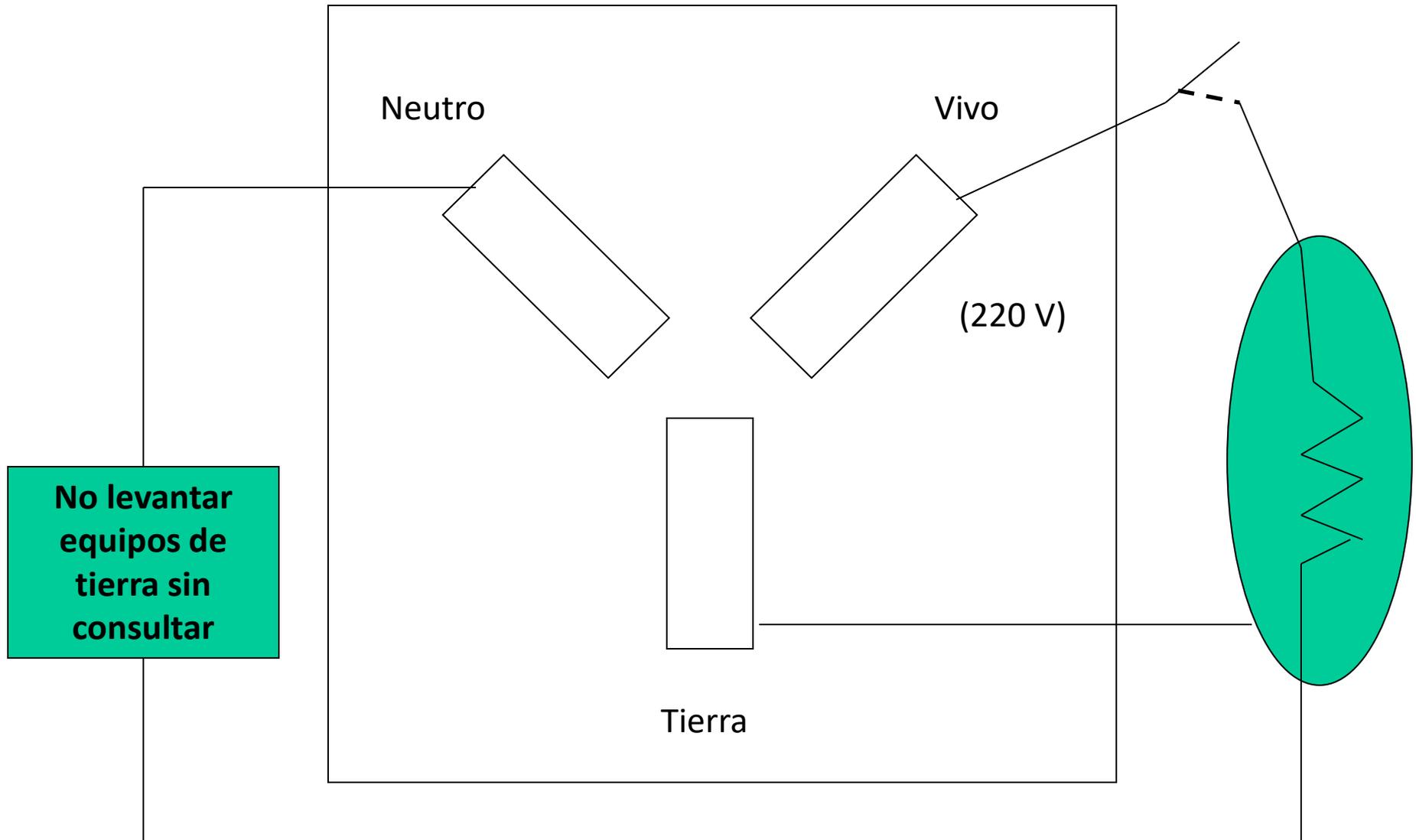
- Quemaduras:

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

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

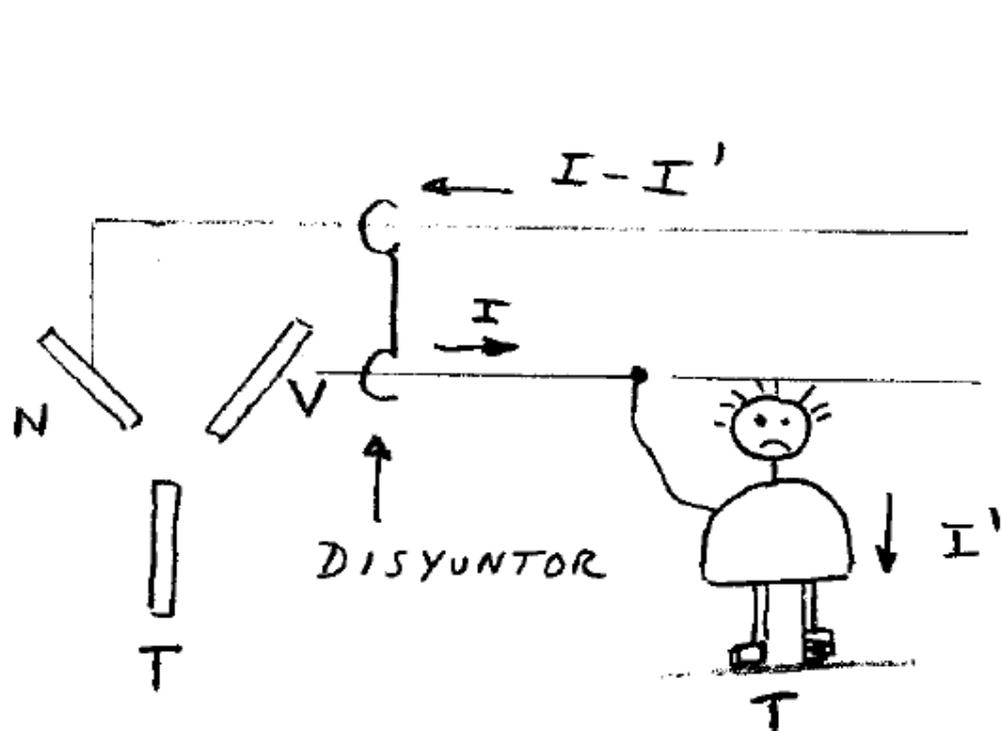
- Shock eléctrico: Se produce cuando una corriente eléctrica atraviesa el cuerpo humano: **Atención a las conexiones**

# Seguridad en el trabajo con la red eléctrica



# Seguridad en el trabajo con la red eléctrica

La fibrilación requiere un tiempo mínimo de contacto ( $\sim 0.75$  s, latido), por eso sirven los disyuntores diferenciales (corte  $\sim 0.2$  s)



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

- Tension:

- La  $R$  del cuerpo es muy variable, ( algunos kOhm).
- A bajo voltajes 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 esta 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:

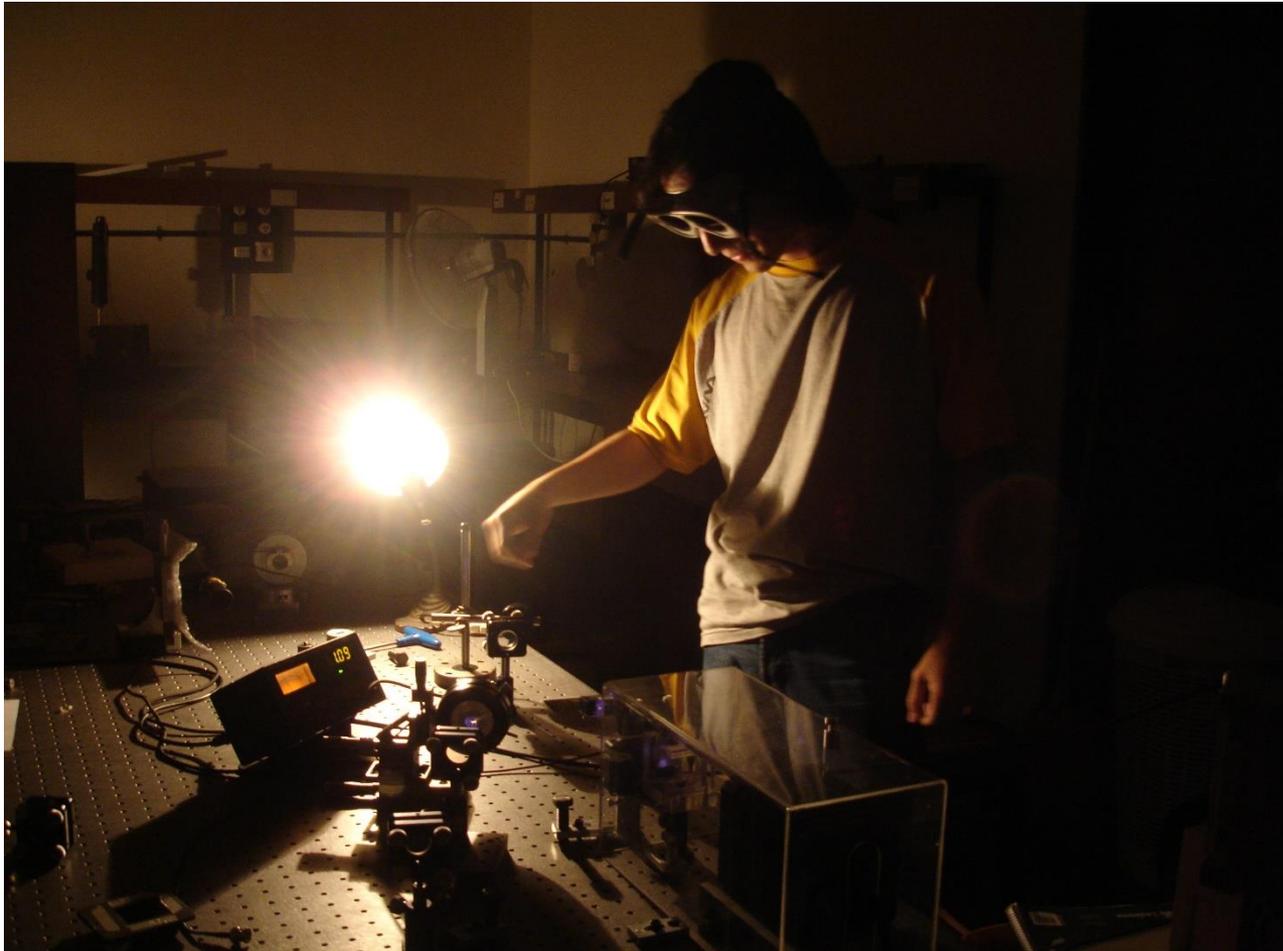
- Estado del enchufe y cables
- Conexión a tierra (tercera pata)

**Fuentes de alta tensión.**

## Daño en los equipos:

- Leer los manuales
- Evitar que se produzcan cortocircuitos
- Amperímetros en serie
- Respetar polaridades
- Respetar escalas
- Respetar corrientes máximas

# Seguridad en el trabajo 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

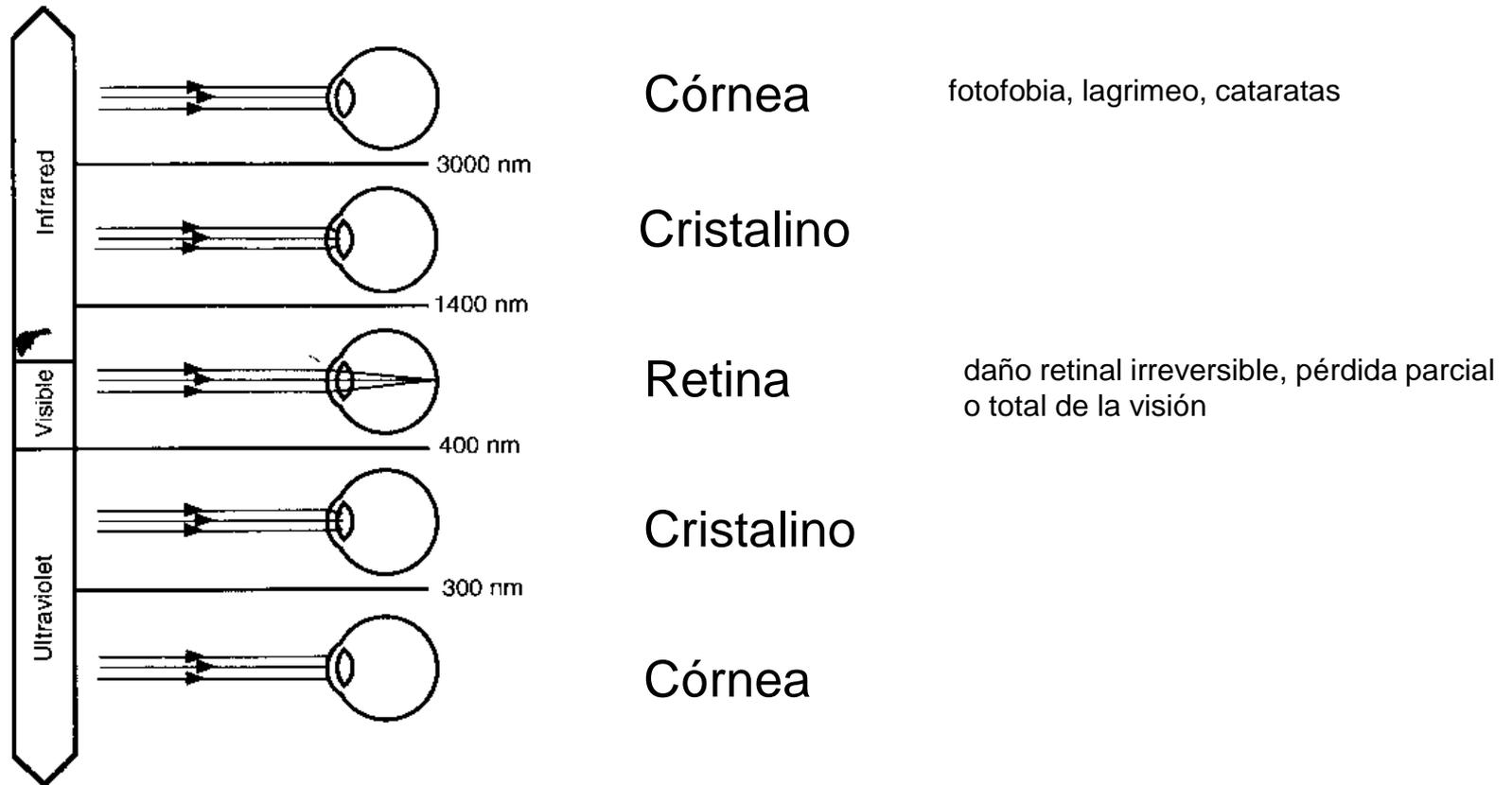
Clase		Luz directa	Luz difusa
1	seguro	No	No
2 (vis)	$< 1\text{mW}$	Sólo después de 0.25s	No
3a	$1\text{mW} < P < 5\text{mW}$	Sí	No
3b	$< 500\text{mW}$	Si	Sólo cuando la potencia está cerca del límite de 0.5 W
4	$> 500\text{ mW}$	Sí	Sí

## Clases de láseres

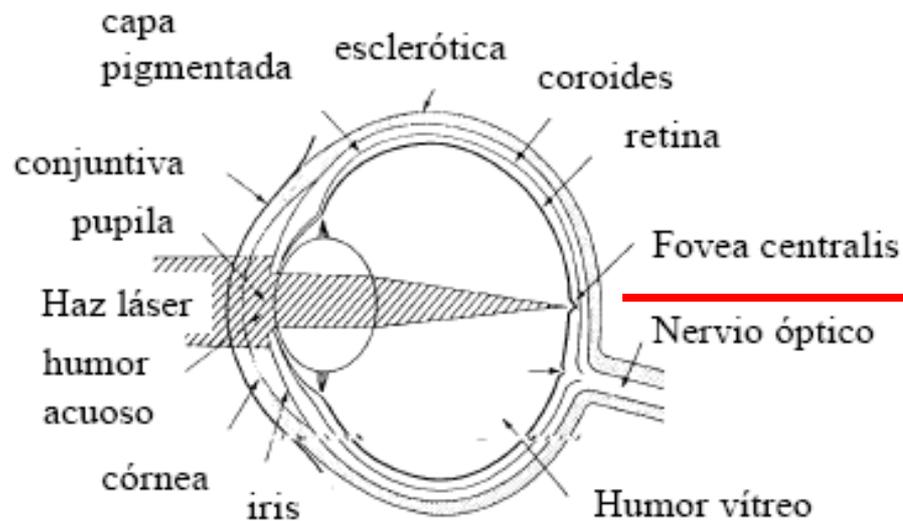
### Daño ocular

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



# Seguridad en el trabajo con láseres



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 (mm)	MEP ( W / cm <sup>2</sup> )			
		T= 0.25 s	T=10s	T=600s	T=30.000 s
IR	Nd:YAG CW		5 10 <sup>-3</sup>		2 10 <sup>-3</sup>
	Nd:YAG pulsado (Q-S)		2 10 <sup>-5</sup>		2 10 <sup>-6</sup>
	Diodo IR		2 10 <sup>-3</sup>		
visible	He-Ne	2.5 10 <sup>-3</sup>		3 10 <sup>-4</sup>	2 10 <sup>-5</sup>
	Argón	2.5 10 <sup>-3</sup>		2 10 <sup>-5</sup>	1 10 <sup>-6</sup>

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

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

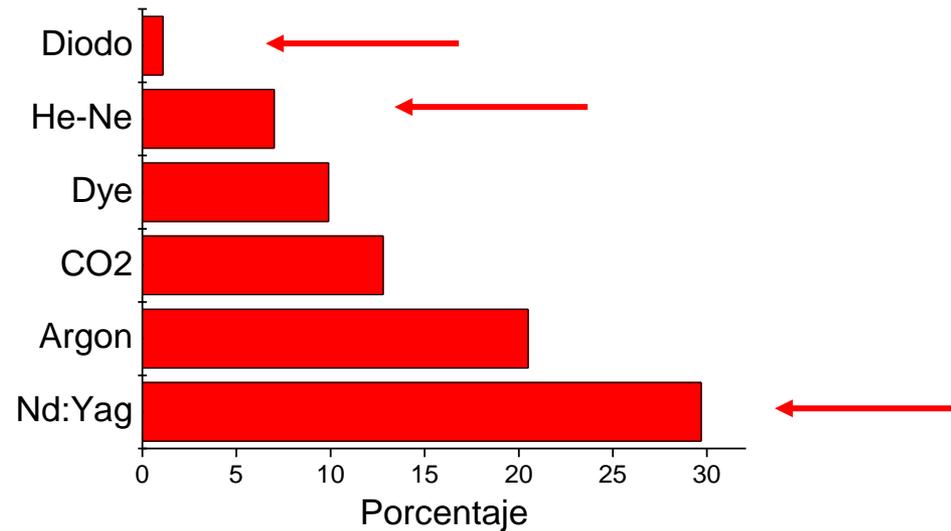
## ejemplos por debajo del MEP

- 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  $\mu$ 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

## Accidentes reportados con los láseres más comunes



## **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

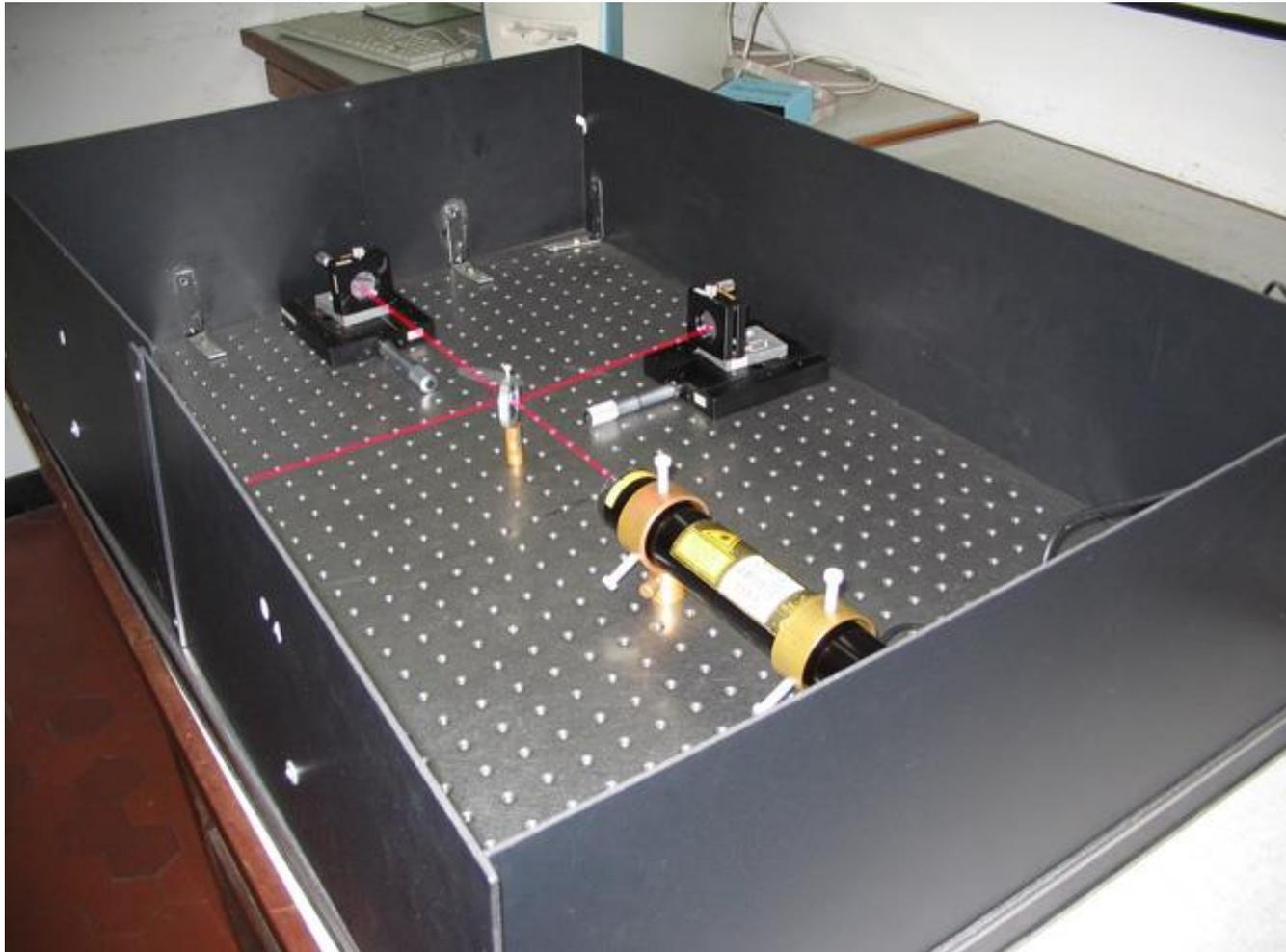
**Qué tenemos en los laboratorios?**

## Laboratorio de ondas (laboratorio 2)

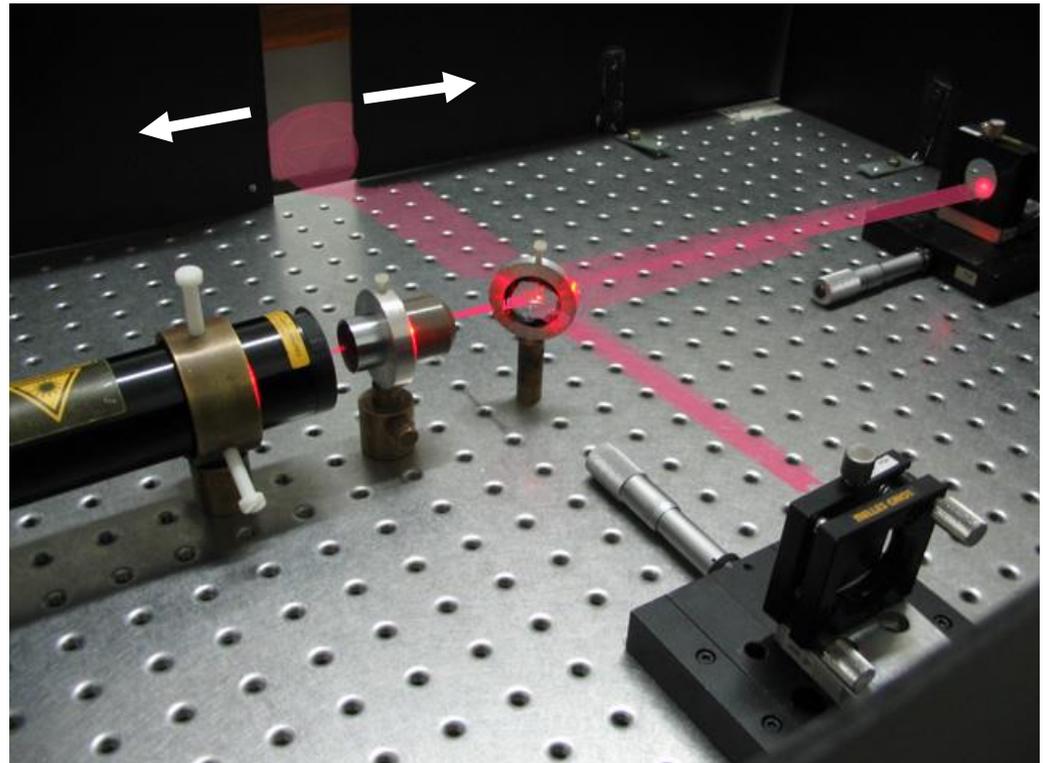
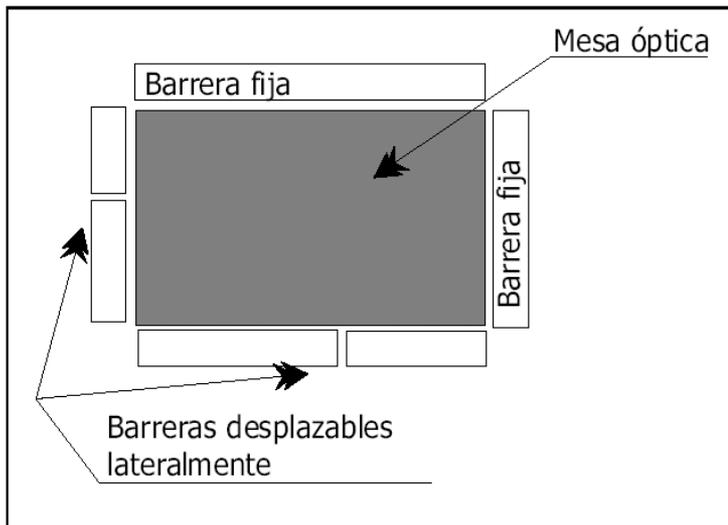
### Láseres disponibles

Denominación y tipo	Potencia y longitud de onda	Clase
Láseres de semiconductor “de baja coherencia”	0.5 mW @ 630 nm	1
Láseres de semiconductor “punteros láser”	2 mW @ 630 nm	3A
Láseres de semiconductor	5 mW @ 670 nm	3B
Láseres de He-Ne	1 mW @ 630 nm	2
Láseres de He-Ne	5 mW @ 630 nm	3B
Láseres de He-Ne	10 mW @ 630 nm	3B

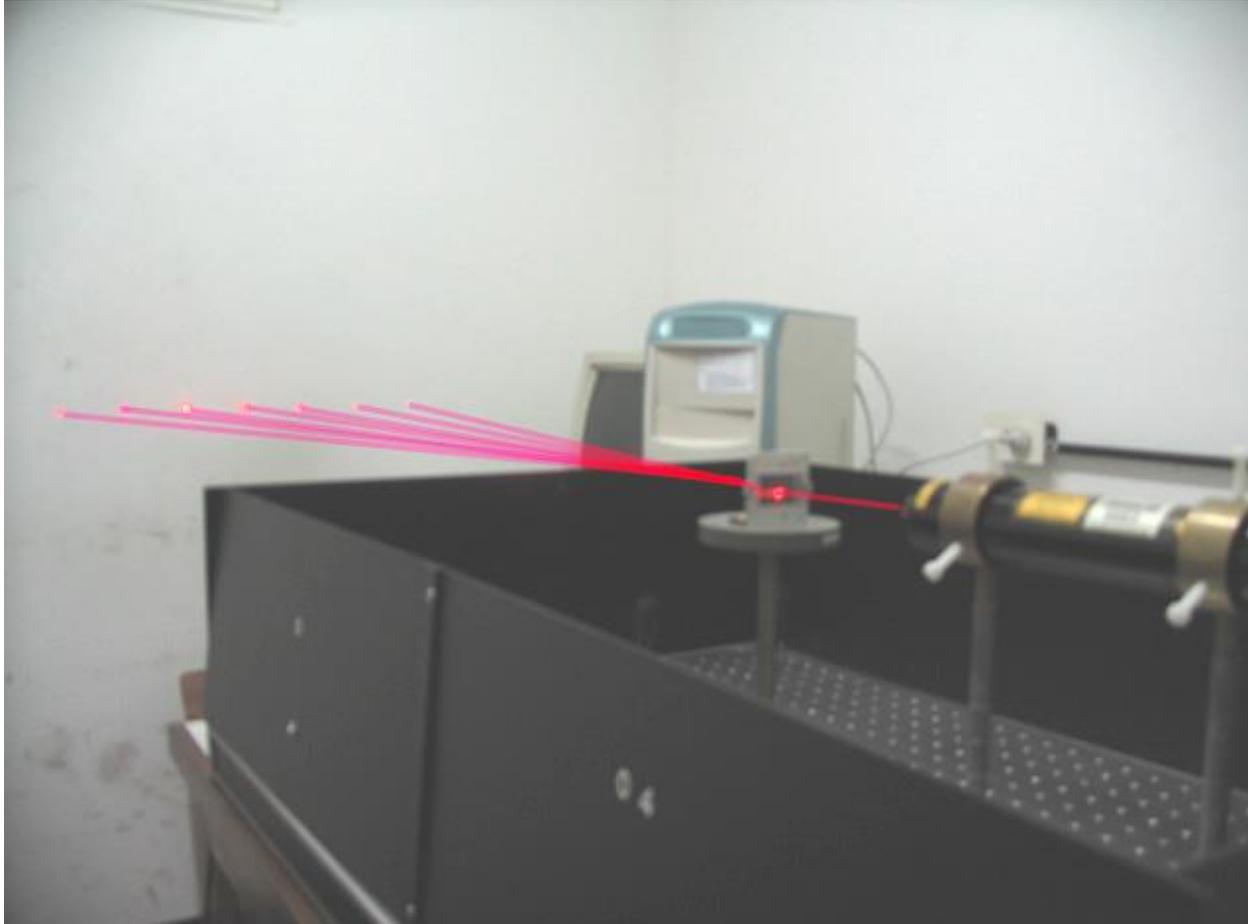
## Barreras de protección



## Barreras de protección



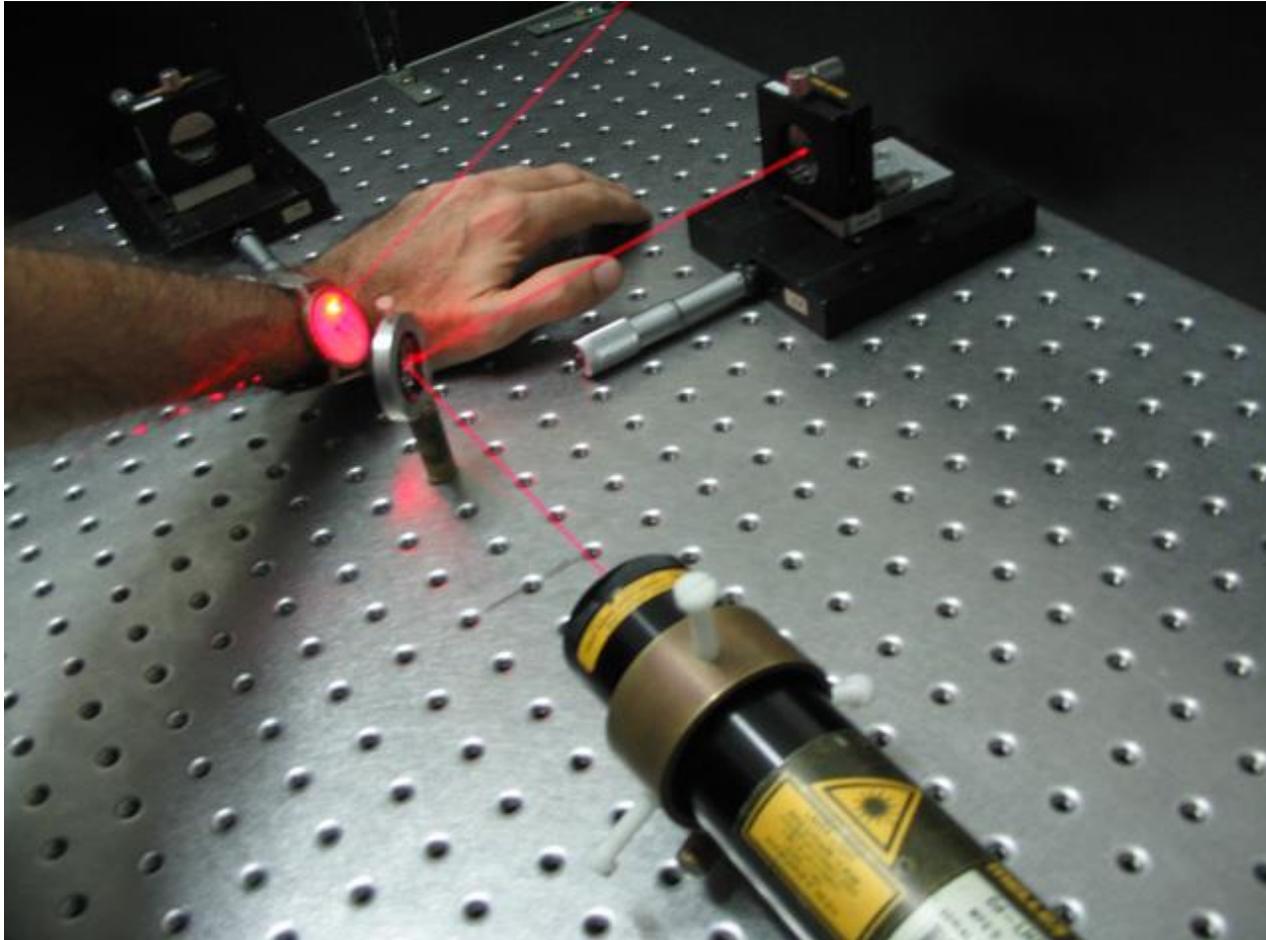
## Errores más comunes



## Errores más comunes



# Seguridad en el trabajo con láseres



## Errores más comunes



**IGUALMENTE PELIGROSOS !!!!!!!!!**

## 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 @ 632.8 nm	2
Láseres de He-Ne	10 mW @ 632.8 nm	3b
Láseres de He-Ne	15 mW @ 632.8 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

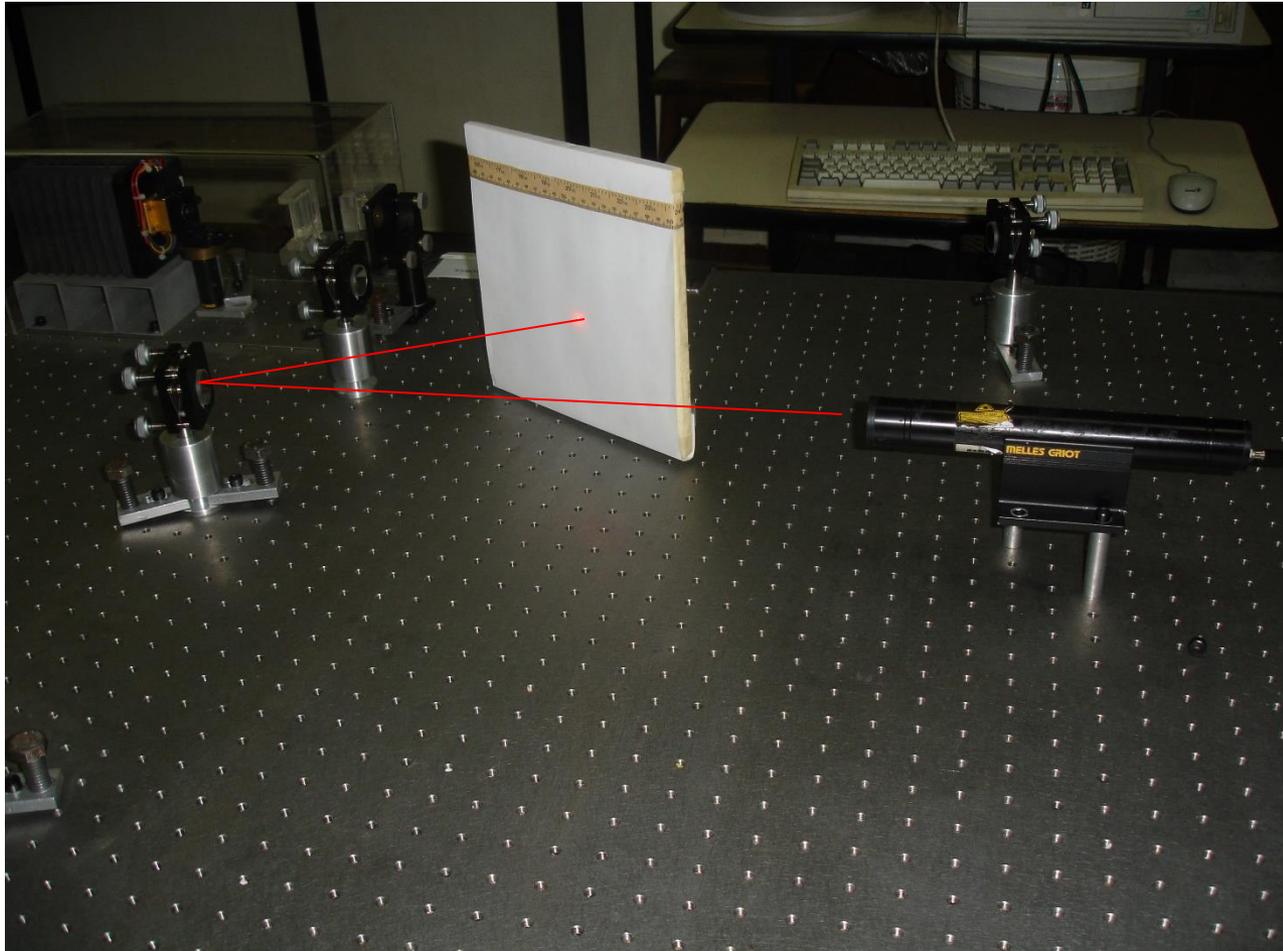
# Seguridad en el trabajo con láseres



# Seguridad en el trabajo con láseres



# Seguridad en el trabajo con láseres



# Seguridad en el trabajo con láseres

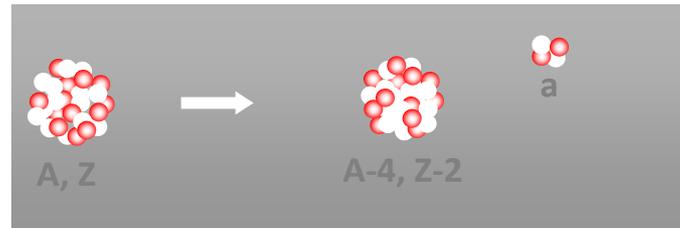


# Seguridad en el trabajo con láseres



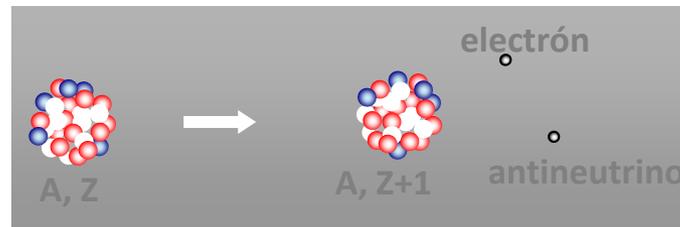
# Normas de seguridad de trabajo con materiales radiactivos (solo laboratorio 5)

## Decaimiento alfa



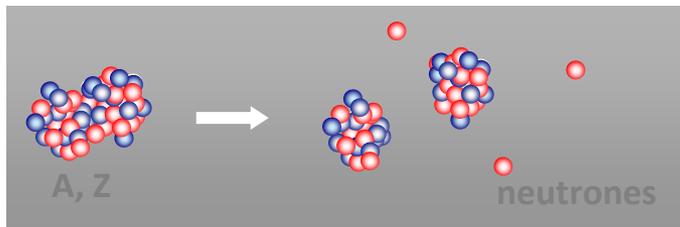
Part. alfa: ionizan mucho el medio que atraviesan, frenándose rápidamente.

## Decaimiento beta



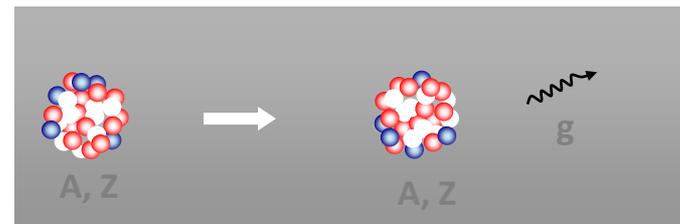
Electrones: más penetrantes que las partículas alfa, ionizan poco el medio que atraviesan.

## Fisión espontánea



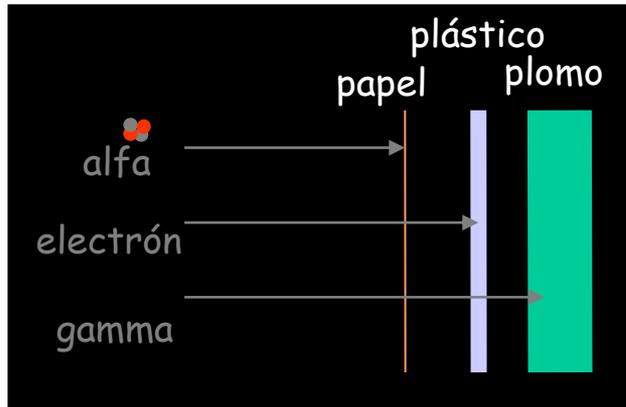
Neutrones: muy penetrantes, ionizan la materia algo menos que las partículas alfa.

## Decaimiento gamma



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

# Fuentes radioactivas



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



Actividad natural del cuerpo humano:  
aproximadamente 12 kBq

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

$$1 \text{ Gray} = 1 \text{ Joule/kg}$$

$$1 \text{ rad} = 100 \text{ erg/g} = 0.01 \text{ Gray}$$



Dosis absorbida media anual:  
aproximadamente 2 mGy

## Fuentes comúnmente utilizadas en el laboratorio

Radioisótopo	Actividad [kBq]	Actividad [ $\mu$ Ci]
$^{22}\text{Na}$	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

fuentes de radiación gamma, selladas

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

# Seguridad en el trabajo con fuentes radioactivas

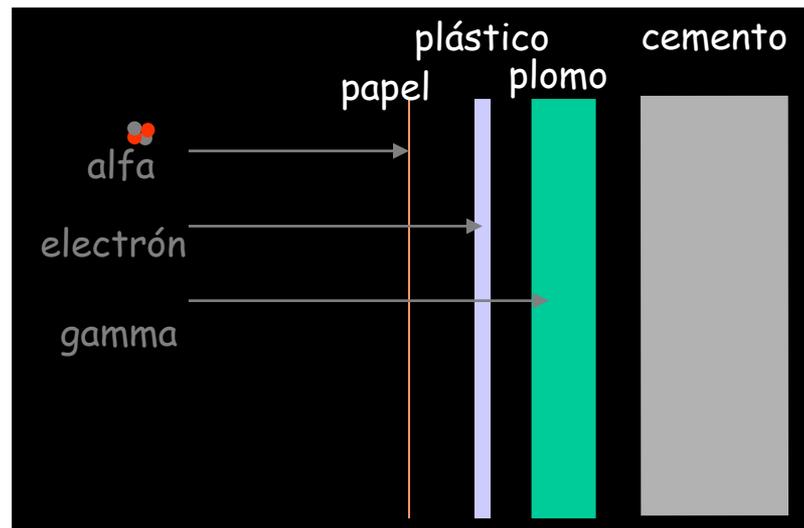
Tiempo: dosis depende linealmente con el tiempo.



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



Blindaje



## Utilización de material radiactivo en el laboratorio

Área de trabajo establecida

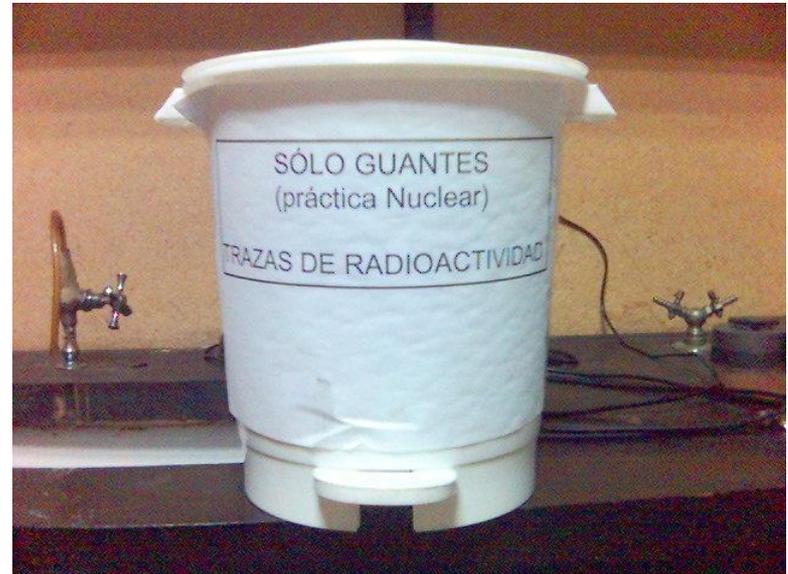
Acceso restringido

~~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!!!**