



DEPARTAMENTO DE FÍSICA

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS

UNIVERSIDAD DE CHILE

FI3003-1 FÍSICA EXPERIMENTAL I

FÍSICA EXPERIMENTAL I

Bitácora

Grupo 10

Integrantes:

Amaru Moya

Joaquín López

Profesor:

María L. Cordero

Victor Fuenzalida

Auxiliares:

Fernando Vergara

Consuelo Contreras

Entrega:

4 de septiembre de 2021

Resumen

El siguiente documento tiene la finalidad de registrar todo material investigado para el ramo FI3003-1 :Física Experimental I

Índice

Índice de figuras	3
Índice de tablas	4
1. Unidad 2: Tecnología del Vacío	5
1.1. Seguridad	5
1.1.1. Peligros	9
1.1.2. Extintores	10
1.1.3. Acciones	11
1.2. Teórico	11
1.2.1. Teoría cinética de los gases	11
2. Unidad 4: Movimiento Browniano Granular	13
2.1. Seguridad	13
2.2. Teórico	15
2.3. Imágenes digitales	15

Índice de figuras

1.	Triángulo de fuego.	6
2.	tetraedro de fuego.	6
3.	Pictogramas de seguridad	14

Índice de tablas

1.	Rango de inflamabilidad.	9
2.	Tabla de valores encontrados	15

1. Unidad 2: Tecnología del Vacío

1.1. Seguridad

[27/08/2021 12:50]

1) ¿Qué es el fuego? Explique en términos químicos.

El fuego es una reacción de oxidación exotérmica, donde energía en forma de calor y luz es liberada. Este tipo de reacciones se conocen como combustiones y ocurren cuando un combustible reacciona con oxígeno (comburente) tras recibir cierta cantidad mínima de energía. Por ejemplo, si átomos de carbono y de oxígeno se acercan lo suficiente harán combustión. Debido a la repulsión electromagnética de las moléculas es necesaria cierta energía cinética mínima para superar esta barrera entre ambas partículas, la cual una vez superada da lugar a la combustión. Los productos resultantes tendrán más energía cinética debido al carácter exotérmico, estos productos pueden ceder energía mediante colisiones al resto de partículas circundantes lo que eventualmente puede causar una reacción en cadena que conocemos como fuego.

2) Investigue:

a) ¿Son sinónimos fuego y llama? No lo son; Una llama se produce en el punto de ignición de la combustión y es la parte gaseosa y visible de un fuego. Estas consisten principalmente en dióxido de carbono, vapor de agua, oxígeno y nitrógeno. Si están lo suficientemente calientes, los gases pueden ionizarse y convertirse en plasma.

b) ¿Puede haber fuego sin llama? Proporcione un ejemplo.

El fenómeno de combustión sin llama se presenta cuando la concentración de oxígeno en una mezcla combustible es mayor del 10 % y la temperatura es mayor que la de autoignición, caracterizado por la ausencia de luminosidad en la zona de reacción.

Otra forma de tener fuego sin llama se da cuando el combustible es demasiado pesado como para producir gases, un ejemplo es la combustión del hierro la cual no produce llama, un ejemplo más cotidiano es cuando hacemos un asado y se espera hasta que el carbón deje de producir llamas para recién poner la carne a la parrilla.

3) Los bomberos (quienes no necesariamente poseen conocimientos de química) suelen usar los conceptos de:

a) **Triángulo del fuego** : El fuego se representa con un triángulo, en donde cada lado representa a uno de los componentes que deben estar presentes para la existencia del fuego. Estos son combustible, oxígeno y calor/fuente de ignición. Sin alguno de estos componentes el fuego no puede existir, ya que para esto es necesario un calor inicial y constante implica que si se destruye de cualquier manera el triángulo (eliminandolo o acortando uno de sus lados) el fuego se extingue.



Figura 1: Triángulo de fuego.

b) **Tetraedro del fuego** : Existen una serie de especies activas que son responsables de las reacciones químicas que se producen en dicho frente. Por consiguiente una nueva representación es agregar al triángulo un cuarto elemento, que será la Reacción química o en cadena, formándose un tetraedro.



Figura 2: tetraedro de fuego.

Si la concentración de oxígeno presente desciende del 14 %, la combustión no se produce.

4) Muestre cómo esos conceptos pueden usarse para prevenir incendios.

El calor permite al fuego expandirse removiendo la humedad del combustible circundante, calentando el aire y precalentando el combustible en su camino. Cuando la reacción se ve limitada por el combustible, es decir, que no hay suficiente de este o cuando la ventilación es limitante, es decir,

que no hay suficiente oxígeno para mantener la combustión, entonces el fuego decae a un estado de ardor más lento.

Formas de apagar un fuego:

- Enfriar el combustible.
- Remover el oxígeno.
- Remover el combustible.
- Romper la reacción química.
- En caso de líquidos evitar su evaporación

5) ¿Qué son los fuegos o incendios de tipo:



Fuego tipo A:

Son fuegos de combustibles comunes, tales como madera, papel, géneros, cauchos y diversos plásticos.

Fuego tipo B:

Son fuegos en líquidos inflamables, aceites, grasas, alquitranes, pinturas a base de aceite, lacas y gases inflamables.

Fuego tipo C:

Son fuegos que involucran equipo eléctrico energizado, donde es importante la no conductividad eléctrica del agente de extinción (cuando el equipo eléctrico es desenergizado se puede utilizar con seguridad extintores de Clase A y B).

Fuego tipo D:

Son fuegos en metales combustibles, tales como magnesio, titanio, zirconio, sodio, litio y potasio, que al arder alcanzan temperaturas muy elevadas (2700 a 3300 C°)

6) Explique qué son las temperaturas de:

- Gasificación:

Se llama Temperatura de Gasificación o Flash Point, a la temperatura mínima a la cual un combustible emana vapores en cantidad suficiente como para formar una mezcla inflamable con un comburente. Se entiende por mezcla inflamable aquella en la cual el comburente y el combustible gasificado están en proporciones que permiten la combustión.

Ejemplo: La temperatura de gasificación del Keroseno es de $37,8\text{ }^{\circ}\text{C}$, lo que significa que para que este producto comience a emanar vapores, en cantidad suficiente para arder, debe adquirir una temperatura de $37,8\text{ }^{\circ}\text{C}$, en tanto que la gasolina, a los $-42,75\text{ }^{\circ}\text{C}$ ya los comienza a desprender, por lo que a una temperatura ambiente, de 18 a 20 grados, el keroseno debe ser calentado para producir este fenómeno, mientras tanto que la gasolina ya lo está haciendo a esa temperatura.

Por lo anterior, se debe considerar que mientras menor sea la temperatura de gasificación del combustible, mayor será el riesgo de incendio.

Por otra parte, sobre la base de su temperatura de gasificación los líquidos se pueden clasificar en combustibles e inflamables. Los Líquidos Combustibles requieren ser calentados para arder, mientras los Líquidos Inflamables pueden hacerlo en una temperatura ambiente normal.

- **Ignición:**

La Temperatura de Ignición o Fire Point, corresponde a la temperatura mínima a la cual un combustible emana vapores suficientes como para, ante una fuente de ignición, se enciendan y mantengan la combustión.

Continuando con el ejemplo anterior, en este caso la temperatura de ignición de la gasolina es de $456\text{ }^{\circ}\text{C}$, lo que significa que para encenderse, ante una fuente de ignición, sus vapores deben alcanzar esta temperatura, en cambio que el keroseno, solo necesita 37°C para que estos, en presencia de una fuente calórica, se enciendan y mantengan la combustión.

Lo anterior implica, por ejemplo, en relación a las Temperaturas de Gasificación e Ignición, que el keroseno emite vapores a los $37,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Temperatura de Gasificación) y que si estos vapores encuentran un objeto a 256°C inmediatamente se inflamarán (Temperatura de Ignición).

Además de la temperatura de ignición se debe hacer mención a la Temperatura de Auto-ignición la cual es la mínima temperatura requerida para que una mezcla combustible/aire se inflame, sin necesidad de que exista una llama o cualquier otra fuente de ignición presente.

7) Investigue:

a) Distinga entre combustible e inflamable (use los conceptos del ítem anterior).

Los materiales combustibles o inflamables generarán vapores al ser expuestos a una temperatura mayor o igual a la de gasificación, los cuales pueden ser fácilmente encendidos al ser expuestos a una fuente de ignición. Es por esto que mientras menor sea la temperatura de ignición, mayor será el peligro del material. Si la temperatura de gasificación de un gas es menor a los $37,8\text{ }^{\circ}\text{C}$, entonces este es considerado inflamable, en cambio si es mayor a $37,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ y menor a $93,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ se considera combustible.

b) Proporcione un ejemplo de combustible que no sea inflamable

El fenol tiene una temperatura de gasificación de $79\text{ }^{\circ}\text{C}$, por lo que este puede considerarse un combustible no inflamable.

8) Explique qué es el rango de inflamabilidad.

El rango de inflamabilidad es una clasificación de materiales en función de su temperatura de gasificación, con la intención de dar una idea de que tan fácil puede una inflamación ocurrir.

Tabla 1: Rango de inflamabilidad.

T. de gasificación (C)	Nivel de amenaza
> 93	Muy baja amenaza
(66, 93)	Amenaza moderada
(38, 66)	Amenaza alta
(−18, 38)	Amenaza muy alta
< −18	Amenaza extrema

9) Investigue:

a) Explique qué es la explosión volumétrica, la que ocurre al tratar de apagar con agua un incendio que no se debe apagar de ese modo.

Cuando se intenta apagar con agua alguna sustancia con gran capacidad calorífica (como el aceite) a alta temperatura esta aumenta rápidamente la suya, y como la ebullición del agua es a tan solo 100 C, esta se evaporará rápidamente, como es sabido cuando el agua cambia de estado a vapor aumenta su volumen, y si el cambio es abrupto este aumento de volumen también lo será, esto se conoce como explosión volumétrica.

b) Proporcione un ejemplo domestico (existe un accidente domiciliario que se ha repetido en varias oportunidades).

Como el agua se convierte en gas a cien grados, cuando entra en contacto con aceite muy caliente se evapora de forma súbita. Al hacerlo, el agua convertida en vapor ocupará un volumen varias veces mayor al que tenía en estado líquido y este cambio de presión provoca una explosión de la pequeña burbuja de gas, haciendo que el aceite caliente que está a su alrededor salga disparado, lo que en vez de apagar el incendio probablemente lo termine expandiendo.

1.1.1. Peligros

Los factores de muerte en caso de incendio se describen en términos simples como:

10) Oscuridad (¿Por qué está oscuro, cuales son los peligros asociados?)

Si esta oscuro la visibilidad es reducida, lo que a su vez reduce la capacidad propia de encontrar extintores, salidas de emergencia, algún botón necesario para apagar algún equipo, enchufes, etc. En general, será difícil encontrar cualquier cosa necesaria para escapar, apagar el fuego o incluso ayudar a alguien.

11) Gases y humos (Nuevamente, ¿cuáles son los peligros?)

Muchas combustiones emanan gases que son tóxicos para los humanos, un incendio también

libera mucho humo, esto puede dañar a los pulmones, lo que eventualmente puede afectar nuestra oxigenación sobre todo a la cerebro, lo que puede causar incluso un desmayo en medio del incendio lo que definitivamente reduce las posibilidades de sobrevivirlo.

12) Tiempo. En particular, ¿cuánto tiempo tiene para escapar del incendio?

13) Calor

1.1.2. Extintores

Averigüe en qué consisten (qué son, por qué apagan el fuego) los extintores en base a:

- Agua
- Dióxido de carbono
- Polvo químico seco
- Espuma química

18) Haga una tabla de doble entrada en que cada fila corresponda a un tipo de extintor. Las entradas de las columnas son fuegos A, B, C, y D; además de una columna F en que se indique si se puede apagar a una antorcha humana y otra G que indique si el extintor produce daños materiales (¡ojalá menores que el fuego mismo!). Llene la tabla con SI y NO según corresponda.

[29/08/2021 10:00am]

19) ¿Cómo se apaga una persona envuelta en llamas? Si la persona se está corriendo debido a que está incendiándose, deténla para que puedas actuar mejor. Apagar el fuego de la víctima cubriéndola con una manta o algo similar, teniendo cuidado de no quemarte al hacer esto. Hazla rodar por el piso, indícale que gire sobre su propio cuerpo, protegiéndose la cara con las manos, esta es una buena forma de apagar el fuego. El fuego también se puede apagar utilizando agua, arena o tierra. No lo hagas con un extintor, su contenido es altamente tóxico para el ser humano. Si la persona o tú se han incendiado el cabello cubre la cara de manera muy rápida para sofocar el fuego y retira la manta inmediatamente para evitar la inhalación de gases tóxicos. Una vez apagado el fuego, afloja y retira las ropas que no estén adheridas a las lesiones, cuidado aquí, es importante solo retirar aquellas prendas que NO estén en las partes lesionadas. Retira cuidadosamente los anillos, reloj, pulsera, cinturón o prendas ajustadas que compriman la zona lesionada, antes que ésta se empiece a inflamar. No retires nada que haya quedado adherido a la quemadura. No rompas las ampollas, para evitar infección y mayor incomodidad.

Lleva a la víctima a un centro médico o usa los teléfonos de emergencia para que el personal médico se encargue mejor de la situación.

20) Asegúrese de que sabe:

a) Encontrar los extintores en los laboratorios b) Mostrar al profesor que sabe cómo operarlos.

1.1.3. Acciones

21) Explique qué hacer en caso de quedarse encerrado en un incendio.

22) Explique qué (y cómo) hacer en caso de huir en un incendio.

Referencias [1] Lecciones sobre fuego disponibles en cursos, facilitada por el cuerpo de bomberos.

[2] Fuentes en internet

1.2. Teórico

Son muchas las áreas de la física experimental en que se requiere el uso de bajas presiones. La tecnología de vacío, si bien no un fin, es un medio con el que es conveniente estar familiarizado. La realización de un experimento en vacío requiere de: 1) Cámara de vacío propiamente tal. 2) Método de evacuación (bombas de vacío). 3) Caracterización del vacío: medidores de presión total y de presiones parciales. 4) El experimento mismo. Esta unidad proporciona una visión somera de estos aspectos.

1.2.1. Teoría cinética de los gases

Propiedades de equilibrio En las condiciones de operación en el laboratorio, presiones menores a 105 Pa y temperaturas cercanas a 300 K, los gases pueden considerarse como ideales. Los números entre paréntesis se refieren a las secciones atingentes del libro de Ohanlon [3].

1) Coloque en su bitácora una tabla con la composición del aire atmosférico (1.1).

2) Copie o pegue una tabla con factores de conversión de presión en diferentes unidades (1.1). Diferentes instrumentos, dependiendo del proveedor, indican las presiones en diferentes unidades. Ud. deberá anotarlas en las unidades nativas del instrumento para evitar errores de conversión. Posteriormente, al redactar el informe, deben todas ser convertidas a pascales.

3) Exprese la velocidad promedio de las moléculas de un gas ideal en términos de la temperatura (2.2.1).

4) Investigue: a) ¿Cuál es el valor típico de esta velocidad a temperatura ambiente (considere el gas predominante en el aire)? b) ¿Con qué velocidad macroscópica está relacionada? Explique el motivo físico. Propiedades de transporte (dependen del tamaño finito de las moléculas)

5) Explique qué es la sección eficaz y proporcione su orden de magnitud para el nitrógeno. Explique cómo la obtuvo.

6) Explique qué es el camino libre medio intermolecular (2.1.3).

7) Exprese el camino libre medio intermolecular en función de la presión, temperatura, sección eficaz, etc. Note que este camino libre se refiere, como indica el nombre, a colisiones intermoleculares (existen otras).

8) Grafique el camino libre medio intermolecular para el nitrógeno a temperatura ambiente en función de la presión en el intervalo 10^{-10} Pa a la atmosférica. Determine Ud. mismo si conviene usar escala lineal, semi logarítmica o logarítmica: el objetivo de un gráfico es presentar información y extraer información cuantitativa aproximada del mismo, son estas condiciones las que definen la escala apropiada.

9) En esta parte notará que, a alguna presión suficientemente baja, el camino libre medio intermolecular superará las dimensiones del recipiente, en cuyo caso las moléculas no recorrerán realmente la distancia predicha por. En este caso se lo debe reemplazar por un camino libre efectivo, que Ud. debe: a) definir, b) incorporar en el gráfico anterior con línea punteada.

10) Exprese la conductividad térmica de un gas en términos de las variables apropiadas, de modo que se pueda apreciar su dependencia con la temperatura y la presión. En el caso del nitrógeno gráfiquela bajo las mismas condiciones anteriores. Note que debe distinguir dos regímenes: el caso en que el camino libre medio intermolecular es sensiblemente menor que las dimensiones del recipiente, y el opuesto en que el camino libre medio intermolecular supera las dimensiones del mismo (2.3.2). Importante: la conductividad térmica depende del camino libre medio: ¿es o ? Tome esto en cuenta al hacer el gráfico. Otras propiedades

11) Explique cuál es la diferencia entre absorción y adsorción.

12) Considere un recipiente de 10 l, sobre cuyas paredes se encuentra adsorbida una capa monomolecular de gas. Es una aproximación que subestima la cantidad de moléculas adsorbidas, pues la adsorción ocurre en multicapas¹². Suponga que el gas adsorbido es nitrógeno y que la cámara tiene una forma regular (cúbica o esférica, para simplificar). Calcule numéricamente el número de moléculas adsorbidas, suponiendo que el área de cada molécula es (N_2), cuyo valor numérico se introdujo en 5) (El número de moléculas adsorbidas depende de la presión, suponga aquí que siempre es una capa monomolecular, independientemente de la presión).

13) Calcule el número de moléculas en el volumen a temperatura ambiente en función de la presión, proporcione el valor numérico a presión ambiente.

2. Unidad 4: Movimiento Browniano Granular

Se introducirá a técnicas de análisis de imágenes. En particular se realizará el seguimiento (particle tracking velocimetry) de una partícula macroscópica en una capa de granos vibrados, para caracterizar su dinámica difusiva, análoga al movimiento Browniano. Se publicará un video del cual se extraerán los datos.

2.1. Seguridad

[24/08/2021 11:03 am]

1) Averigüe que es un MSDS (Hoja de Datos de Seguridad de Materiales). ¿Para qué sirve?

Es un documento que permite comunicar los peligros de los productos químicos para el ser humano, la infraestructura y los ecosistemas. También informa acerca de las precauciones requeridas y las medidas a tomar en casos de emergencia. instrucciones para el uso del producto.

2) Busque dos ejemplos de MSDS para fluidos que Ud. puede usar en el laboratorio.

uno

dos

3) ¿Cuáles son las categorías que Ud. encontrará en el MSDS?

1. Producto e Identificación de la Compañía.
2. Identificación de peligros.
3. Composición, Información sobre ingredientes.
4. Medidas de primeros auxilios.
5. Medidas en caso de incendio.
6. Medidas en caso de vertido accidental.
7. Manejo y Almacenamiento.
8. Controles de exposición y protección personal.
9. Propiedades físicas y químicas.
10. Estabilidad y reactividad.
11. Información toxicológica.
12. Información ecológica.

13. Consideraciones de Disposición.
14. Información sobre transporte.
15. Información reglamentaria.
16. Información adicional.

4) Incluya en su bitácora los diferentes pictogramas de seguridad que indican los riesgos de una sustancia química.



Figura 3: Pictogramas de seguridad

[25/08/2021 09:45 am]

5) Explique los protocolos requeridos para almacenar sustancias químicas.

<https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1088802>

6) Averigüe sobre dos fuentes confiables, una en papel y la otra digital, sobre propiedades termofísicas de al menos tres fluidos más comunes usados en el LMFE (Laboratorio de Materia Fuera del Equilibrio).

7) Busque los valores nominales de la densidad y tensión superficial del agua.
 Densidad: 997 kg/m^3 a 298.15 K
 Tensión superficial: 0.07199 N/m

8) Averigüe el valor de resistividad y permitividad eléctrica del agua de la llave, de agua destilada y de agua des-ionizada.
 A 293.15 K

Tabla 2: Tabla de valores encontrados

Tipo	Conductividad [S/m]	Resistividad [$\Omega \text{ m}$]
Agua de la llave	0.0005 - 0.05	200 - 2.000
Agua destilada	0.00005	500.000
Agua des-ionizada	0.000042	180.000

REFERENCIAS [1] Edward A. Lacy, Handbook of Electronic and Safety Procedures, Capítulo 9 “Toxic and explosive chemicals”, (Prentice-Hall, Inc., New Jersey, 1977). [2] Wikipedia [3] Biblioteca del congreso nacional de Chile https://www.ugr.es/~zoom/tablas00M/Resistividad_Electrica.pdf <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jp045975a>

2.2. Teórico

2.3. Imágenes digitales

1) Enumere y describa las características de una imagen digital.

2) Averigüe 3 modelos de cámaras disponibles en el DFI. Estas deben ser cámaras que sean usadas para diferentes situaciones físicas (escalas espaciales y/o temporales). Indique sus características básicas y dé una breve descripción para qué son usadas.
<https://www.phantomhighspeed.com> https://www.thorlabs.com/newgrouppage9.cfm?objectgroup_id=3483

3) Enumere, describa y practique operaciones básicas con imágenes usando Matlab (abrir, visualizar, grabar, filtrar, convertir de color a escala de grises, convertir a imagen binaria usando un valor umbral).

4) Averigüe sobre métodos de seguimiento de partículas (tracking, en inglés).

III. Referencias 1. Tracker: <http://physlets.org/tracker/> 2. ImageJ: <http://rsbweb.nih.gov/ij/> 3. Detección y seguimiento de partículas usando Matlab: <http://physics.georgetown.edu/matlab/>

Referencias