





ANEXOS


ANEXO 1: Equipos Y Materiales Utilizados

CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS	
EQUIPO	ESPECIFICACIONES
<p>Secador de Infrarrojos</p> 	<p>Marca: Sartorius Modelo: MA100H-000230V1 Voltaje: 200/240 V Frecuencia: 50/60 Hz</p>
<p>Tamiz</p> 	<p>Marca: Orto Alresa Modelo: Potencia: 80 W Voltaje: 230 V Frecuencia: 0,8 A R.P.M: 2300</p>
<p>Molino de tornillo</p> 	<p>Marca: Westinghouse Modelo: 4-E avakercity Potencia: 1/3 HP Voltaje: 220 V Amper: 6,3 A RPM: 89</p>
<p>Molino de martillos</p> 	<p>Marca: Weber Bross & White Metal Potencia: 700 W Voltaje: 240 V Frecuencia: 50/60 Hz</p>

<p align="center">Espectrofotómetro</p>	<p>Marca: J.P. Selecta s.a. Potencia: 25 W Voltaje: 230 V Frecuencia: 50/60 Hz Amper: 112 mA</p>
	<p>Marca: VEB elektro bad frankenhausen MODELO: VEN MKH Rango de temperatura: 10 – 1200 °C Potencia: 3,2 KW Voltaje: 220 V Frecuencia: 50 Hz</p>
<p align="center">Mufla</p>	
	<p align="center">Estufa</p>
	<p>Marca: THELCO Modelo: Model 27 Rango de temperatura: 0-300°C Potencia: 2 KW Voltaje: 120 V Frecuencia: 50/60</p>
<p align="center">Balanza Digital</p>	<p>Marca: Gibertini Modelo: EUROPE 500 Peso máximo: 510 g Peso mínimo: 1 g Error: 0,01 g Voltaje: 220 V</p>
	

Bomba de Vacío	<p>Marca: Telstar</p> <p>Modelo: TOP 3</p> <p>Potencia: 0,23 KW</p> <p>Voltaje: 230 V</p> <p>Frecuencia: 50/60 Hz</p> <p>Amper: 1,1 A</p> <p>RPM: 2800/3300</p>
	<p>Marca: Leybolo-Heraeus</p> <p>Potencia: 640 W</p> <p>Voltaje: 230 V</p> <p>Frecuencia: 50/60 Hz</p> <p>Amper: 2,7 A</p>
Calentador	
	

Fuente: Elaboración propia, 2022.

DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES	
Materiales	Descripción
Desecador	<p>Un desecador es un gran recipiente de vidrio con tapa que se adapta ajustadamente. El borde de vidrio es esmerilado y su tapa permite que el recipiente este herméticamente cerrado. El propósito de un desecador es eliminar la humedad de una sustancia, o proteger la sustancia de la humedad.</p>
	
Crisoles	

	<p>El crisol es un recipiente refractario generalmente de porcelana que se utiliza para colocar en su interior compuestos químicos que se calientan a temperaturas muy altas. Su función es principalmente calentar, fundir, quemar y calcinar sustancias.</p>
<p>Material de vidrio</p>	<p>El material de vidrio de laboratorio se utiliza diversos materiales de vidrio para diferentes procesos de fabricación, algunos graduados y otros no, para poder medir volúmenes y cantidades. En el presente proyecto se utilizaron; vasos precipitados, pipetas, bureta, embudo, matraces Erlenmeyer y probetas.</p>
	
<p>Papel filtro Whatman 42</p>	<p>Es un filtro con gran capacidad de retención (2,5 μm) para partículas muy finas, como sulfato de bario y ácido metastático. De baja velocidad. Filtro estándar para análisis gravimétricos críticos.</p> <p>Retención de partículas: 2,5 μm Velocidad de filtración (Herzberg): 1 870 s Peso: 100 g/m² Grosor: 0,20 mm Cenizas: 0,010%.</p>
	

Fuente: Elaboración propia, 2022.

ANEXO 2: Método de prueba estándar para la determinación de índice de yodo del carbón activado (ASTM D4607-14)



Designation: D4607 - 14

Standard Test Method for Determination of Iodine Number of Activated Carbon¹

This standard is issued under the fixed designation D4607; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last approval. A superscript symbol (n) indicates an editorial change since the last revision or approval.

1. Scope

1.1 This test method covers the determination of the relative activation level of unused or reactivated carbons by adsorption of iodine from aqueous solution. The amount of iodine absorbed (in milligrams) by 1 g of carbon using test conditions listed herein is called the iodine number.

1.2 The values stated in SI units are to be regarded as standard. No other units of measurement are included in this standard.

1.3 *This standard does not purport to address all of the safety concerns, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety and health practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use. Specific hazard statements are given in Section 7.*

2. Referenced Documents

2.1 *ASTM Standards:*²

C819 Test Method for Specific Surface Area of Carbon or Graphite (Withdrawn 1987)³

D3193 Specification for Reagent Water

D2652 Terminology Relating to Activated Carbon

D2867 Test Methods for Moisture in Activated Carbon

D3860 Practice for Determination of Adsorptive Capacity of Activated Carbon by Aqueous Phase Isotherm Technique

E11 Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves

E177 Practice for Use of the Terms Precision and Bias in ASTM Test Methods

E287 Specification for Laboratory Glass Graduated Burets

E288 Specification for Laboratory Glass Volumetric Flasks

E300 Practice for Sampling Industrial Chemicals

¹ This test method is under the jurisdiction of ASTM Committee D28 on Activated Carbon and is the direct responsibility of Subcommittee D28.02 on Liquid Phase Evaluation.

Current edition approved March 1, 2014. Published May 2014. Originally approved in 1998. Last previous edition approved in 2009 as D4607 - 09 (Reapproved 2013). DOI: 10.1520/D4607-14.

² For referenced ASTM standards, visit the ASTM website, www.astm.org, or contact ASTM Customer Service at service@astm.org. For Annual Book of ASTM Standards volume information, refer to the standard's Document Summary page on the ASTM website.

³ The last approved version of this historical standard is referenced on www.astm.org.

2.2 *NIST Publication:*

Circular 602—Testing of Glass Volumetric Apparatus⁴

3. Summary of Test Method

3.1 This test method is based upon a three-point adsorption isotherm (see Practices D3860). A standard iodine solution is treated with three different weights of activated carbon under specified conditions. The carbon treated solutions are filtered to separate the carbon from the treated iodine solution (filtrate). Iodine remaining in the filtrate is measured by titration. The amount of iodine removed per gram of carbon is determined for each carbon dosage and the resulting data used to plot an adsorption isotherm. The amount of iodine adsorbed (in milligrams) per gram of carbon at a residual iodine concentration of 0.02 *N* is reported as the iodine number.

3.2 Iodine concentration in the standard solution affects the capacity of an activated carbon for iodine adsorption. Therefore, the normality of the standard iodine solution must be maintained at a constant value (0.100 ± 0.001 *N*) for all iodine number measurements.

3.3 The apparatus required consists of various laboratory glassware used to prepare solutions and contact carbon with the standard iodine solution. Filtration and titration equipment are also required.

4. Significance and Use

4.1 The iodine number is a relative indicator of porosity in an activated carbon. It does not necessarily provide a measure of the carbon's ability to absorb other species. Iodine number may be used as an approximation of surface area for some types of activated carbons (see Test Method C819). However, it must be realized that any relationship between surface area and iodine number cannot be generalized. It varies with changes in carbon raw material, processing conditions, and pore volume distribution (see Definitions D2652).

4.2 The presence of adsorbed volatiles, sulfur, and water extractables may affect the measured iodine number of an activated carbon.

⁴ Available from National Institute of Standards and Technology (NIST), 100 Bureau Dr., Stop 1070, Gaithersburg, MD 20899-1070. <http://www.nist.gov>.


D4607 - 14
5. Apparatus

Note 1—All volumetric measuring equipment should meet or exceed the requirements of NIST Circular 602. Volumetric glassware meeting these specifications is generally designated as "Class A". See also Specifications E.267 and E.288.

- 5.1 *Analytical Balance*, accuracy ± 0.0001 g.
- 5.2 *Buret*, 10-mL capacity or 5-mL precision buret.
- 5.3 *Flasks*, Erlenmeyer 250-mL capacity with ground glass stoppers.
- 5.4 *Flask*, Erlenmeyer wide-mouthed, 250-mL capacity.
- 5.5 *Beakers*, assorted sizes.
- 5.6 *Bottles*, amber, for storage of iodine and thiosulfate solutions.
- 5.7 *Funnels*, 100-mm top inside diameter.
- 5.8 *Fiber Paper*, 18.5-cm prefolded paper, Whatman No. 2V or equivalent.
- 5.9 *Pipets*, volumetric type, 5.0, 10.0, 25.0, 50.0, and 100.0-mL capacity.
- 5.10 *Volumetric Flasks*, 1 L.
- 5.11 *Graduated Cylinders*, 100 mL and 500 mL.

6. Reagents

6.1 *Purity of Reagents*—Reagent grade chemicals shall be used in all tests. Unless otherwise indicated, it is intended that all reagents shall conform to the specifications of the Committee on Analytical Reagents of the American Chemical Society, where such specifications are available.² Other grades may be used, provided it is first ascertained that the reagent is of sufficiently high purity to permit its use without lessening the accuracy of the determination.

6.2 *Purity of Water*—References to water shall be understood to mean reagent water conforming to Specification D1193 for Type II reagent water.

- 6.3 *Hydrochloric Acid*, concentrated.
- 6.4 *Sodium Thiosulfate*, ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$).
- 6.5 *Iodine*, United States Pharmacopeia, resublimed crystals.
- 6.6 *Potassium Iodide*.
- 6.7 *Potassium Iodate*, primary standard.
- 6.8 *Starch*, soluble potato or arrowroot.
- 6.9 *Sodium Carbonate*.

7. Hazards

7.1 Several potential hazards are associated with conducting this test procedure. It is not the purpose of this standard to address all potential health and safety hazards encountered with its use. The user is responsible for establishing appropri-

ate health and safety practices before use of this test procedure. Determine the applicability of federal and state regulations before attempting to use this test method.

7.2 Personnel conducting the iodine number procedure should be aware of potential safety and health hazards associated with the chemicals used in this procedure. The "Material Safety Data Sheet" (MSDS) for each reagent listed in Section 6 should be read and understood. Special precautions to be taken during use of each reagent are included on the "Material Safety Data Sheet" (MSDS). First aid procedures for contact with a chemical are also listed on its "MSDS." A "Material Safety Data Sheet" for each reagent may be obtained from the manufacturer. Other safety and health hazard information on reagents used in this procedure is available.^{3,4,5}

7.3 Careful handling and good laboratory technique should always be used when working with chemicals. Avoid contact with hydrochloric acid or acid vapor. Care should also be taken to prevent burns during heating of various solutions during this test procedure.

7.4 The user of this test method should comply with federal, state, and local regulations for safe disposal of all samples and reagents used.

8. Preparation of Solutions

8.1 *Hydrochloric Acid Solution* (5% by weight)—Add 70 mL of concentrated hydrochloric acid to 550 mL of distilled water and mix well. A graduated cylinder may be used for measurement of volume.

8.2 *Sodium Thiosulfate* (0.100 N)—Dissolve 24.820 g of sodium thiosulfate in approximately 75 \pm 25 mL of freshly boiled distilled water. Add 0.10 \pm 0.01 g of sodium carbonate to minimize bacterial decomposition of the thiosulfate solution. Quantitatively transfer the mixture to a 1-L volumetric flask and dilute to the mark. Allow the solution to stand at least 4 days before standardizing. The solution should be stored in an amber bottle.

8.3 *Standard Iodine Solution* (0.100 \pm 0.001 N)—Weigh 12.700 g of iodine and 19.100 g of potassium iodide (KI) into a beaker. Mix the dry iodine and potassium iodide. Add 2 to 5 mL of water to the beaker and stir well. Continue adding small increments of water (approximately 5 mL, each) while stirring until the total volume is 50 to 60 mL. Allow the solution to stand a minimum of 4 h to ensure that all crystals are thoroughly dissolved. Occasional stirring during this 4-h period will aid in the dissolution. Quantitatively transfer to a 1-L volumetric flask and fill to the mark with distilled water. It is important that the standard iodine solution has an iodide-to-iodine weight ratio of 1.5 to 1. Store the solution in an amber bottle.

² The "Chemical Safety Data Sheet" for the subject chemical is available from the Manufacturing Chemists Association, Washington, DC.

³ Kuo, S. I., *Dispersions Properties of Industrial Materials*, 4th edition, 1975, Van Nostrand Reinhold Company, New York, NY.

⁴ NIOSH/OSHA Pocket Guide to Chemical Hazards, 1978, U.S. Department of Labor, Occupational Safety and Health Administration, Washington, DC. Available from U.S. Government Printing Office, Washington, DC.

⁵ "Reagent Chemicals, American Chemical Society Specifications," Am. Chemical Soc., Washington, DC. For suggestions on the testing of reagents not listed by the American Chemical Society, see "Reagent Chemicals and Standards," by Joseph Rosin, D. Van Nostrand Co., Inc., New York, NY, and the "United States Pharmacopeia."

 D4607 - 14

8.4 *Potassium Iodate Solution* (0.1000 *N*)—Dry 4 or more grams of primary standard grade potassium iodate (KIO_3) at $110 \pm 5^\circ\text{C}$ for 2 h and cool to room temperature in a desiccator. Dissolve 3.5667 ± 0.1 mg of the dry potassium iodate in about 100 mL of distilled water. Quantitatively transfer in a 1-L volumetric flask and fill to the mark with distilled water. Mix thoroughly and store in a glass-stoppered bottle.

8.5 *Starch Solution*—Mix 1.0 ± 0.5 g of starch with 5 to 10 mL of cold water to make a paste. Add an additional 25 ± 5 mL of water while stirring to the starch paste. Pour the mixture, while stirring, into 1 L of boiling water and boil for 4 to 5 min. This solution should be made fresh daily.

9. Standardization of Solutions

9.1 *Standardization of 0.100 N Sodium Thiosulfate*—Pipet 25.0 mL of potassium iodate (KIO_3) solution from 8.4 into a 250-mL titration (or wide-mouthed Erlenmeyer) flask. Add 2.10 ± 0.01 g of potassium iodide (KI) in the flask and shake the flask to dissolve the potassium iodide crystals. Pipet 5.0 mL of concentrated hydrochloric acid into the flask. Titrate the free iodine with sodium thiosulfate solution until a light yellow color is observed in the flask. Add a few drops of starch indicator (8.5) and continue the titration dropwise until one drop produces a colorless solution. Determine sodium thiosulfate normality as follows:

$$N_1 = (P-R)/S \quad (1)$$

where:

N_1 = sodium thiosulfate, *N*,
 P = potassium iodate, mL,
 R = potassium iodate, *N*, and
 S = sodium thiosulfate, mL.

The titration step should be done in triplicate and the normality results averaged. Additional replications should be done if the range of values exceeds 0.005 *N*.

9.2 *Standardization of 0.100 ± 0.001 N Iodine Solution*—Pipet 25.0 mL of iodine solution (8.3) into a 250-mL wide-mouthed Erlenmeyer flask. Titrate with standardized sodium thiosulfate (9.1) until the iodine solution is a light yellow color. Add a few drops of starch indicator and continue titration dropwise until one drop produces a colorless solution. Determine the iodine solution normality as follows:

$$N_1 = (S \cdot N_2)/I \quad (2)$$

where:

N_1 = iodine, *N*,
 S = sodium thiosulfate, mL,
 N_2 = sodium thiosulfate, *N*, and
 I = iodine, mL.

The titration step should be done in triplicate and the normality results averaged. Additional replications should be done if the range of values exceeds 0.005 *N*. The iodine solution concentration must be 0.100 ± 0.001 *N*. If this requirement is not met, repeat 8.3 and 9.2.

10. Procedure

10.1 The procedure applies to either powdered or granular activated carbon. When granular carbon is to be tested, grind a representative sample (see Practice E300) of carbon until 60 wt % (or more will pass through a 325-mesh screen) and 95 wt % (or more will pass through a 100-mesh screen (U.S. sieve series, see Specification E11). Carbon received in the powdered form may need additional grinding to meet the particle size requirement given above.

10.2 Dry the ground carbon from 10.1 in accordance with Test Method D2867. Cool the dry carbon to room temperature in a desiccator.

10.3 Determination of iodine number requires an estimation of three carbon dosages. Section 11.4 describes how to estimate the carbon dosages to be used. After estimating carbon dosages, weigh three appropriate amounts of dry carbon to the nearest milligram. Transfer each weighed sample of carbon to a clean, dry 250-mL Erlenmeyer flask equipped with a ground glass stopper.

10.4 Pipet 10.0 mL of 5 wt % hydrochloric acid solution into each flask containing carbon. Stopper each flask and swirl gently until the carbon is completely wetted. Loosen the stoppers to vent the flasks, place on a hot plate in a fume hood, and bring the contents to a boil. Allow to boil gently for 30 ± 2 s to remove any sulfur which may interfere with the test results. Remove the flasks from the hot plate and cool to room temperature.

10.5 Pipet 100.0 mL of 0.100 *N* iodine solution into each flask. Standardize the iodine solution just prior to use. Stagger the addition of iodine to the three flasks so that no delays are encountered in handling. Immediately stopper the flasks, and shake the contents vigorously for 30 ± 1 s. Quickly filter each mixture by gravity through one sheet of folded filter paper (Whatman No. 2V or equivalent) into a beaker. Filtration equipment must be prepared in advance so no delay is encountered in filtering the samples.

10.6 For each filtrate, use the first 20 to 30 mL to rinse a pipet. Discard the rinse portions. Use clean beakers to collect the remaining filtrates. Mix each filtrate by swirling the beaker and pipet 50.0 mL of each filtrate into a clean 250-mL Erlenmeyer flask. Titrate each filtrate with standardized 0.100 *N* sodium thiosulfate solution until the solution is a pale yellow. Add 2 mL of the starch indicator solution and continue the titration with sodium thiosulfate until one drop produces a colorless solution. Record the volume of sodium thiosulfate used.

11. Calculation

11.1 The capacity of a carbon for any adsorbate is dependent upon the concentration of the adsorbate in solution. The concentrations of the standard iodine solution and filtrates must be specified or known. This is necessary to determine an appropriate carbon weight to produce final concentrations agreeing with the definition of iodine number. The amount of carbon sample to be used in the determination is governed by the activity of the carbon. If filtrate normalities (*C*) are not

D4607 - 14

within the range of 0.008 *N* to 0.040 *N*, repeat the procedure using different carbon weights.

11.2 Two calculations are required for each carbon dosage, as *X/M* and *C*.

11.2.1 To calculate the value of *X/M*, first derive the following values:

$$A = (N_2) (12691.0)$$

where:

*N*₂ = iodine, *N* (from 9.2).

$$B = (N_1) (126.93) \tag{4}$$

where:

*N*₁ = sodium thiosulfate, *N* (from 9.1).

$$DF = (1 + H)/F \tag{5}$$

where:

DF = dilution factor,

I = iodine, mL (from 10.5),

H = 5 % hydrochloric acid used, mL, and

F = filtrate, mL.

For example, if 10 mL of HCl and 50 mL of filtrate are used:

$$DF = (100 + 10)/50 = 2.2.$$

11.2.1.1 Calculate the value of *X/M* as follows:

$$X/M = [A - (DF)(B)(S)]/M$$

where:

X/M = iodine absorbed per gram of carbon, mg/g,

S = sodium thiosulfate, mL, and

M = carbon used, g.

11.2.2 Calculate the value of *C* as follows:

$$C = (N_1 S)/F \tag{7}$$

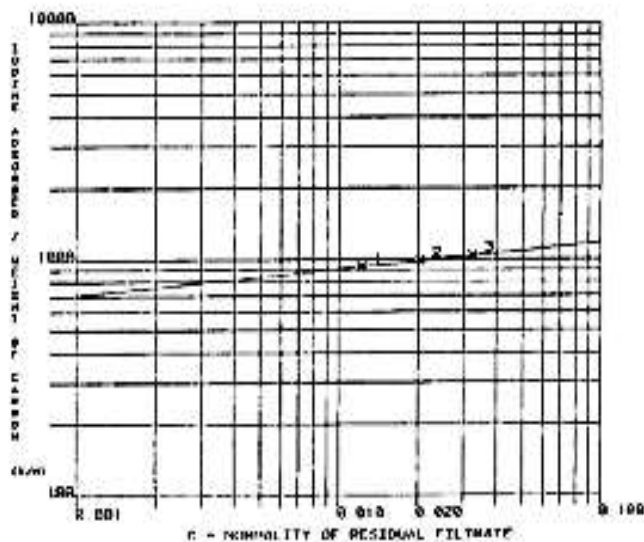
where:

C = residual filtrate, *N*.

*N*₁ = sodium thiosulfate, *N*, and

F = filtrate, mL.

11.3 Using logarithmic paper, plot *X/M* (as the ordinate) versus *C* (as the abscissa) for each of the three carbon dosages (see Fig. 1). Calculate the least squares fit for the three points and plot. The iodine number is the *X/M* value at a residual



LAB NO. 4 OCT 83-3
TDS NO. 604 PAGE 22
TECH. PRP

POINT 1		
<i>X/M</i>	-	802
<i>C</i>	-	0.012
POINT 2		
<i>X/M</i>	-	984
<i>C</i>	-	0.020
POINT 3		
<i>X/M</i>	-	1040
<i>C</i>	-	0.032
IODINE NO.	-	984
SLOPE	-	0.111
CORR. COEF.	-	0.999

FIG. 1 Activated Carbon Iodine Adsorption Isotherm

ANEXO 3: Determinación de índice de yodo

2.3 IODINE ADSORPTION

2.3.1. Scope

The determination of the iodine number is a simple and quick test, giving an indication of the internal surface area of activated carbon.

2.3.2. Principle

The iodine number is defined as the number of milligrams of iodine adsorbed from an aqueous solution by 1 g of activated carbon when the iodine concentration of the residual filtrate is 0.02 N.

2.3.3. Apparatus and materials

Glass stoppered flasks, pipettes, burette.
Folded filters, Whatman 2V, 15 cm Ø.
Hot-plate.
Hydrochloric acid, 5 per cent (w/w).
Sodium thiosulphate solution, 0.10 N, standardized.
Iodine solution, 0.10 N, standardized.
Starch solution.

2.3.4. Sample

Granular activated carbon is pulverized (< 0.1 mm) and then dried at 150 °C to constant weight.

2.3.5. Procedure

Depending on the activity of the carbon, weigh 0.700 — 2.000 g of the dried carbon and transfer the weighed sample to a dry, glass stoppered 250 ml Erlenmeyer flask.

Pipette 10 ml of 5% HCl into the flask and swirl until the activated carbon is wetted.

Place the flask on a hot-plate, bring the contents to the boil, and allow to boil for exactly 30 seconds.

Allow the flask and contents to cool to room temperature, then add by pipette 100 ml of 0.10 N iodine solution.

Stopper the flask immediately and shake it vigorously for 30 seconds. Filter by gravity through a filter paper immediately after the 30 seconds shaking period.

Discard the initial 20 — 30 ml of filtrate and collect the remainder in a clean beaker.

Stir the filtrate in the beaker with a glass rod and pipette 50 ml into a 250 ml Erlenmeyer flask.

Fuente: Test methods for activated carbon, 1986.

Titrate the 50 ml sample with 0.10 N sodium thiosulphate solution until the yellow colour has almost disappeared. Add about 1 ml of starch solution and continue titration until the blue indicator colour just disappears. Record the volume of sodium thiosulphate solution used.

2.3.6. Result

Calculate the Iodine number I_n of the carbon using the equation:

$$I_n = \frac{X}{M} A$$

where

X = mg of iodine adsorbed by the activated carbon

$$X = (12.693 N_1) - (279.246 N_2 V)$$

herein

N_1 = normality of iodine solution

N_2 = normality of sodium thiosulphate solution

V = volume of sodium thiosulphate solution in ml

M = mass of activated carbon in g

A = correction factor, depending on the residual normality N_r of the filtrate

This factor A may be applied if N_r is between 0.008 and 0.0334 N.

$$N_r = N_2 \frac{V}{50}$$

A is given in the table below. A may vary from 1.1625 to 0.925. If N_r is outside the range of 0.008 to 0.0334 N, the determination has to be repeated either with a larger amount of activated carbon if $N_r > 0.0334$ or a smaller amount if $N_r < 0.008$.

Reference:

AWWA B 600-78 Powdered Activated Carbon.

Extracts were reprinted from B600-78- AWWA Standard for Activated Carbon, by permission.

Copyright © 1978, the American Water Works Association.

Fuente: Test methods for activated carbon, 1986.

ANEXO 4: Factor de corrección para N ° de yodo

NORMALIDAD RESIDUAL FILTRADO (C)	0.0000	0.0001	0.0002	0.0003	0.0004	0.0005	0.0006	0.0007	0.0008	0.0009
0.0080	1,1625	1,1613	1,1600	1,1575	1,1550	1,1533	1,1530	1,1500	1,1475	1,1463
0.0090	1,1438	1,1425	1,1400	1,1375	1,1363	1,1350	1,1325	1,1300	1,1288	1,1275
0.0100	1,1250	1,1238	1,1225	1,1213	1,1200	1,1175	1,1163	1,1150	1,1138	1,1113
0.0110	1,1100	1,1088	1,1075	1,1063	1,1038	1,1025	1,1000	1,0988	1,0975	1,0963
0.0120	1,0950	1,0938	1,0925	1,0900	1,0888	1,0875	1,0863	1,0850	1,0838	1,0825
0.0130	1,0800	1,0788	1,0775	1,0763	1,0750	1,0738	1,0725	1,0713	1,0700	1,0688
0.0140	1,0675	1,0663	1,0650	1,0625	1,0613	1,0600	1,0588	1,0575	1,0563	1,0550
0.0150	1,0538	1,0525	1,0513	1,0500	1,0488	1,0475	1,0453	1,045	1,0425	1,0425
0.0160	1,0413	1,0400	1,0388	1,0375	1,0375	1,0363	1,0350	1,0333	1,0325	1,0313
0.0170	1,0300	1,0288	1,0275	1,0263	1,0250	1,0245	1,0238	1,0225	1,0203	1,0200
0.0180	1,0200	1,0188	1,0175	1,0163	1,0150	1,0144	1,0138	1,0125	1,0125	1,0113
0.0190	1,0100	1,0088	1,0075	1,0075	1,0063	1,0050	1,0050	1,0038	1,0025	1,0025
0.0200	1,0013	1,0000	1,0000	0,9988	0,9750	0,9975	0,9963	0,9950	0,9950	0,9938
0.0210	0,9938	0,9925	0,9925	0,9913	0,9900	0,9900	0,9888	0,9875	0,9875	0,9963
0.0220	0,9863	0,9850	0,9850	0,9838	0,9825	0,9825	0,9813	0,9813	0,9800	0,9788
0.0230	0,9788	0,9775	0,9775	0,9763	0,9763	0,9750	0,9750	0,9738	0,9738	0,9725
0.0240	0,9725	0,9708	0,9700	0,9700	0,9688	0,9688	0,9675	0,9675	0,9663	0,9663
0.0250	0,9650	0,9650	0,9638	0,9638	0,9625	0,9625	0,9613	0,9613	0,9606	0,9600
0.0260	0,9600	0,9588	0,9588	0,9575	0,957	0,9563	0,9563	0,9550	0,9550	0,9538
0.0270	0,9538	0,9525	0,9525	0,9519	0,9513	0,9513	0,9506	0,9500	0,9500	0,9438
0.0280	0,9488	0,9475	0,9475	0,9463	0,9463	0,9463	0,9450	0,9450	0,9438	0,9438
0.0290	0,9425	0,9425	0,9425	0,9413	0,9413	0,9400	0,9400	0,9394	0,9388	0,9388
0.0300	0,9375	0,9375	0,9375	0,9363	0,9363	0,9363	0,9363	0,9350	0,9350	0,9346
0.0310	0,9333	0,9333	0,9325	0,9325	0,9325	0,9319	0,9319	0,9313	0,9300	0,9300
0.0320	0,9300	0,9294	0,9288	0,9288	0,9280	0,9275	0,9275	0,9275	0,9270	0,9270
0.0330	0,9263	0,9263	0,9257	0,9250	0,9250					

Fuente: AWWB B 600-78

ANEXO 5: Determinación índice de azul de metileno

2.4. METHYLENE BLUE VALUE

2.4.1. Scope

The methylene blue value gives an indication of the adsorption capacity of an activated carbon for molecules having similar dimensions to methylene blue. It is a quick method for comparing different batches of activated carbon of the same quality.

2.4.2. Principle

The methylene blue value is defined as the number of millilitres standard methylene blue solution decolourized by 0.1 g of activated carbon (dry basis).

2.4.3. Apparatus and materials

Glass stoppered flask.

Filters.

Methylene blue test solution:

Dissolve a quantity, equivalent to 1200 mg of pure dye (approx. 1.5 g Methyleneblau DAB VI or equivalent *) to 1000 ml in a volumetric flask. Allow the solution to stand several hours or overnight.

Check the solution by diluting 5.0 ml with 0.25% (v/v) acetic acid to 1 l in a volumetric flask and measuring the absorbance at 620 nm for 1 cm. The absorbance must be 0.840 ± 0.01 .

If the absorbance is higher, dilute with the calculated amount of water. If lower, discard the solution and start over.

2.4.4. Sample

Granular activated carbon is pulverized (< 0.1 mm) and then dried at 150°C to constant weight.

2.4.5. Procedure

Contact exactly 0.1 g of the carbon sample with 25 (5)** ml of the methylene blue test solution in a glass stoppered flask. Shake until decolourization occurs. Then add a further 5 (1)** ml of the methylene blue test solution and shake to decolourization. Repeat the addition of methylene blue test solution in 5 (1) ml portions as long as decolourization occurs within five minutes.

Note the entire volume of test solution decolourized by the sample.

Repeat the test to confirm the result obtained.

Fuente: Test methods for activated carbon, 1986.

ANEXO 6: ASTM D-2854 Activated Carbon Apparent Density Test

This international standard was developed in accordance with internationally recognized principles on standardization established in the Decision on Principles for the Development of International Standards, Guides and Recommendations issued by the World Trade Organization Technical Barriers to Trade (TBT) Committee.



Designation: D2854 – 09 (Reapproved 2014)

Standard Test Method for Apparent Density of Activated Carbon¹

This standard is issued under the fixed designation D2854; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last approval. A superscript letter (a) indicates an editorial change since the last revision or approval.

This standard has been approved for use by agencies of the U.S. Department of Defense.

1. Scope

1.1 This test method covers the determination of the apparent density of granular activated carbon. For purposes of this test method, granular activated carbon is defined as a minimum of 90 % being larger than 80 mesh.

1.2 The values stated in SI units are to be regarded as standard. No other units of measurement are included in this standard.

1.3 This standard does not purport to address all of the safety concerns, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety and health practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.

2. Referenced Documents

2.1 ASTM Standards²

D2862 Test Method for Particle Size Distribution of Granular Activated Carbon

D2867 Test Methods for Moisture in Activated Carbon

E177 Practice for Use of the Terms Precision and Bias in ASTM Test Methods

E500 Practice for Sampling Industrial Chemicals

E542 Practice for Calibration of Laboratory Volumetric Apparatus

3. Summary of Test Method

3.1 Apparent density (bulk density) is determined on a granular sample by measuring the volume packed by a free fall from a vibrating feeder into an appropriately sized graduated cylinder and determining the mass of the known volume. Other methods for determining apparent density of granular or powdered materials exist. These may involve vibration or

tapping of the receiving vessel either while it is being filled or afterwards. Application of these methods to granular activated carbon may give packed density values that differ from those determined by this test method.

4. Significance and Use

4.1 This test method provides a method for determining the packed density of a bed of granular activated carbon. Determination of the packed density is essential when designing vessels to hold the material and for ordering purposes when procuring materials to fill existing vessels.

5. Apparatus (see Fig. 1)

5.1 Reservoir Funnel, fabricated of glass or metal.

5.2 Feed Funnel, glass or metal

5.3 Volumetric Feeder,³ such as shown in Fig. 1 or similar.

5.4 Cylinder, graduated 100, 250, or 500 mL, calibrated "to contain" (TC).

5.5 Balance, having a sensitivity of 0.1 g or better.

6. Procedure

6.1 Select a 100, 250, or 500 mL graduated cylinder appropriate for the particle size of the activated carbon to be tested. The inside diameter of the cylinder shall be at least 10 times the mean particle diameter (MPD) as determined by Test Method D2862.

6.2 If desired, the graduated cylinder may be calibrated by the user in accordance with Practice E542.

6.3 Obtain a representative sample of activated carbon in accordance with Practice E500. Carefully place the sample of activated carbon into the reservoir funnel so that the material does not prematurely flow into the graduated cylinder. If this occurs, return the material to the reservoir funnel.

6.4 The feed funnel should have an inside diameter which just fits inside the chosen graduated cylinder. Adjust the height

¹ This test method is under the jurisdiction of ASTM Committee D11 on Activated Carbon and is the direct responsibility of Subcommittee D11.01 on Gas Phase Evaluation Tests.

Current edition approved July 1, 2014. Published September 2014. Originally approved in 1970. Last previous edition approved in 2009 as D2854 – 09. EQR 10.11.2009D04L09K14.

² For referenced ASTM standards, visit the ASTM website, www.astm.org, or contact ASTM Customer Service at service@astm.org. For annual Book of ASTM Standards volume information, refer to the standard's Document Summary page on the ASTM website.

³ A suitable volumetric feeder is the model E-111 vibrating feeder with standard length 15 by 12 in. and controller. This unit is available from EBC Corporation, Medical Handling Equipment Division, 57 Cooper Ave., Haver City, PA 17316. Similar equipment is available from other suppliers.

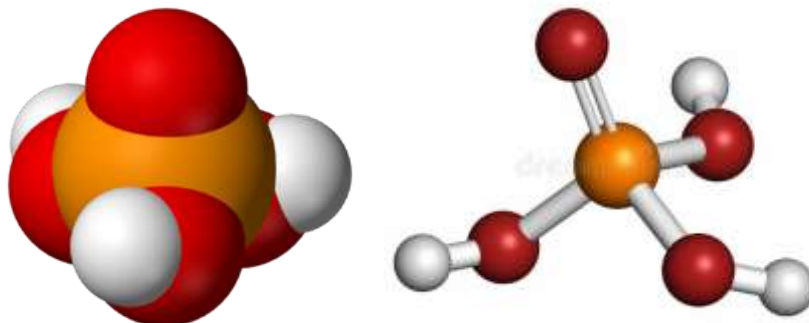
ANEXO 7: Descripción y fichas de seguridad de los reactivos utilizados

✓ Reactivos

En el presente proyecto se utilizarán los siguientes reactivos

- **Ácido Fosfórico (H_3PO_4)**

Molécula del Ácido Fosfórico (H_3PO_4)



Fuente: chemical safety

Descripción de Ácido Fosfórico

El ácido fosfórico, también llamado ácido ortofosfórico, es un compuesto químico ácido (más precisamente un compuesto ternario que pertenece a la categoría de los oxácidos) de fórmula H_3PO_4 . Es un ortofosfato cuyo código en el Sistema Internacional de numeración es E-338. Es un compuesto relativamente débil el cual, a temperatura ambiente, lo podemos encontrar como una sustancia cristalina, también lo podemos encontrar en forma libre, aunque en muy pequeña proporción, como, por ejemplo, la concentración de iones fosfato en el plasma sanguíneo es de unos 2 mEq/litro. Este ácido constituye la fuente de compuestos de gran importancia industrial. El ácido fosfórico se obtiene mediante el tratamiento de rocas de fosfato de calcio con ácido sulfúrico, para posteriormente filtrar el líquido resultante y extraer el sulfato de calcio. Otro método de obtención consiste en quemar vapores de fósforo y tratar el óxido resultante con vapor de agua.

Caracterización física y química del ácido fosfórico

Características Químicas

El anión asociado con el ácido fosfórico se llama ion fosfato, muy importante en la biología, especialmente en los compuestos derivados de los azúcares fosforilados, como el ADN, el ARN y la adenosina trifosfato (ATP).

Tiene un aspecto líquido transparente, ligeramente amarillento. Normalmente, el ácido fosfórico se almacena y se distribuye en disolución. Se obtiene mediante el tratamiento de rocas de fosfato de calcio con ácido sulfúrico, filtrando posteriormente el líquido resultante para extraer el sulfato de calcio. Otro modo de obtención consiste en quemar vapores de fósforo y tratar el óxido resultante con vapor de agua. El ácido es muy útil en el laboratorio debido a su resistencia a la oxidación, a la reducción y a la evaporación.

Entre otras aplicaciones, el ácido fosfórico se emplea como ingrediente de bebidas no alcohólicas, como pegamento de prótesis dentales, como catalizador, en metales inoxidables y para fosfatos que se utilizan, como ablandadores de agua, fertilizantes y detergentes.

Características Físicas


Propiedades físicas del H_3PO_4

PROPIEDAD	VALOR
Peso molecular (g/mol)	98,00
Estado físico	Líquido
Punto de ebullición	431 K (158 °C)
Punto de Fusión	315 K (42 °C)
Presión de Vapor	4 Pa (0.0285 torr) a 20 °C
Densidad	1.685 kg/m ³ ; 1.685 g/cm ³
Ph	1.5
Solubilidad en agua	miscible

Fuente: Enciclopedia of Industrial Chemistry

Ficha de Seguridad del H₃PO₄

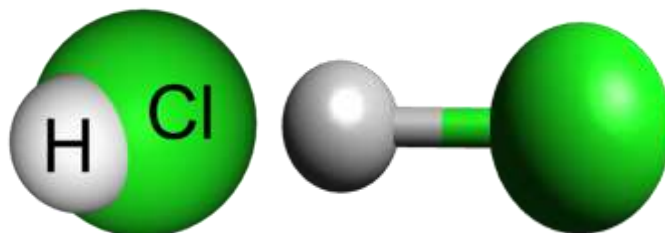
Ficha de seguridad del Ácido fosfórico

FICHA DE SEGURIDAD		
Compuesto: ÁCIDO FOSFÓRICO	Fórmula: H ₃ PO ₄	Peso Molecular: 98,00 g/mol
Propiedades Físicas Punto de ebullición: 158 °C Punto de Fusión: 42 °C Densidad: 1.685 g/cm ³ Solubilidad en agua: miscible Estado en T ambiente: Líquido claro viscoso translúcido Olor y color: N/D-Inodoro	SÍMBOLO DE RIESGOS  <ul style="list-style-type: none"> - Puede ser corrosiva para los metales - Provoca graves quemaduras en la piel y lesiones oculares - Puede irritar las vías respiratorias 	
DATOS IMPORTANTES		
Posibilidad de reacciones peligrosas	Alcalis, óxidos metálicos, peligro de ignición o de formación de gases o vapores combustibles con metales y aleaciones metálicas.	
Condiciones que deben evitarse	Calentamiento fuerte.	
Materiales incompatibles	aluminio, hierro/compuestos con hierro, acero dulce. Desprende hidrogeno en reacción con los metales	
Principales síntomas y efectos agudos y retardados	Irritación y corrosión, efectos irritantes, tos, insuficiencia respiratoria, convulsiones, chock, riesgo de ceguera.	
Peligros específicos derivados de la sustancia	No combustible. Posibilidad de formación de vapores peligrosos por incendio en el entorno, el fuego puede provocar emanaciones de óxido de fosforo.	
Almacenamiento	Seco. Bien cerrado. Separado de alimentos y piensos y materiales incompatibles. Ver Peligros Químicos. Ventilación a ras del suelo.	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PRIMEROS AUXILIOS		
Peligros	Prevención	Acción/Primeros auxilios
Inhalación	Usar ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.	Proporcionar aire fresco. Si aparece malestar o en caso de duda consultar a un médico.
Piel	Guantes de protección. Traje de protección.	En caso de contacto con la piel, lávese inmediata y abundantemente con mucha agua. Necesario un tratamiento médico inmediato, ya que autorizaciones no tratadas pueden convertirse en heridas difícil de curar
Ojos	Utilizar pantalla facial o protección ocular en combinación con protección respiratoria.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad). Proporcionar asistencia médica inmediatamente.
Ingestión	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo.	Enjuagar la boca. No dar nada a beber. NO provocar el vómito. Proporcionar asistencia médica inmediatamente.

Fuente: Elaboración propia con datos de la bibliografía, 2022.

- **Ácido Clorhídrico (HCl)**

Molécula del Ácido Clorhídrico (HCl)



Fuente: chemical safety

Descripción del Ácido clorhídrico

Este compuesto se puede encontrar como gas licuado, donde se conoce como Cloruro de Hidrógeno, o como soluciones acuosas de diferentes concentraciones, que corresponden al ácido propiamente dicho. A temperatura ambiente, el Cloruro de Hidrógeno es un gas incoloro o ligeramente amarillo con olor fuerte. En contacto con el aire, el gas forma vapores densos de color blanco debido a la condensación con la humedad atmosférica. El vapor es corrosivo y, a concentraciones superiores a 5 ppm, puede causar irritación. La forma acuosa, comúnmente conocida como Acido Muriático o Clorhídrico es un líquido sin olor a bajas concentraciones y humeante y de olor fuerte para concentraciones altas.

Está disponible comercialmente como un gas Anhidro o en forma de soluciones acuosas (Ácido Clorhídrico). El Ácido Clorhídrico comercial contiene entre 33% y 37% de Cloruro de Hidrógeno en agua. Las soluciones acuosas son generalmente incoloras, pero pueden generar ligero color azul o amarillo a causa de trazas de Hierro, Cloro e impurezas orgánicas. Esta no es una sustancia combustible.

Caracterización física y química del ácido clorhídrico

Características Químicas

El Gas Anhidro no es generalmente activo, pero sus soluciones acuosas son uno de los ácidos más fuertes y activos. Al entrar en contacto con Óxidos Metálicos y con

Hidróxidos forma Cloruros. Descompone las zeolitas, escorias y muchos otros materiales silíceos para formar Acido Silícico. Reacciona con los carbonatos básicos liberando Dióxido de Carbono y Agua. Se oxida en presencia de oxígeno y catalizador o por electrólisis o por medio de agentes oxidantes fuertes para producir Cloro.

Características Físicas

Propiedades físicas del HCl

PROPIEDAD	VALOR
Peso molecular (g/mol)	36.46
Estado físico	Líquido
Punto de ebullición (°C) (70 mmHg)	-84.9; anhídrido 53; solución acuosa 37%
Punto de Fusión (°C)	-114,8; anhídrido -74; solución acuosa 37%
Presion de Vapor (mmHg)	30780; anhídrido 20 °C 19613; anhídrido 0 °C 158; solución acuosa 37 °C
Ph	0.1 (1 N); 2,01 (0,01 N)
Solubilidad en agua (g/ml)	67; 20 °C

Fuente: Enciclopedia of Industrial Chemistry

Ficha de seguridad del HCl

Ficha de seguridad del Ácido Clorhídrico

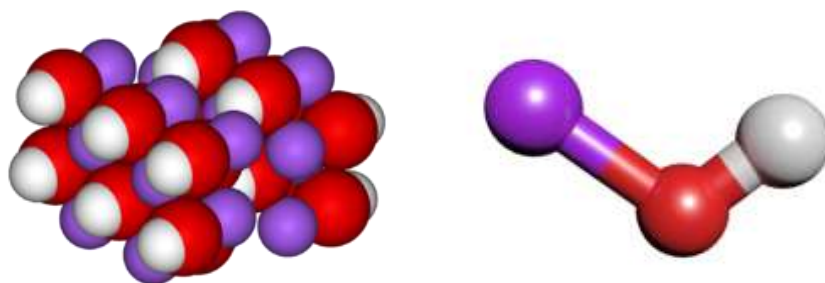
FICHA DE SEGURIDAD		
Compuesto: ACIDO CLORHÍDRICO	Formula: HCl	Peso Molecular: 36,46 g/mol
Propiedades Físicas Punto de ebullición: -84.9 °C; anhídrido 53 °C; solución acuosa 37% Punto de Fusión: -114.8 °C; anhídrido -74 °C; solución acuosa 37% Densidad: 1.179 g/cm ³ a 37% Solubilidad en agua: 67; 20 °C Estado en T ambiente: Gaseoso Olor y color: penetrante-amarillento	SÍMBOLO DE RIESGOS 	

DATOS IMPORTANTES		
Posibilidad de reacciones peligrosas	Bajo las condiciones indicadas no se esperan reacciones peligrosas que puedan producir una presión o temperaturas excesivas.	
Condiciones que deben evitarse	Choque y fricción, calentamiento, luz solar y humedad.	
Materiales incompatibles	materias comburentes, corrosivo para metales.	
Principales síntomas y efectos agudos y retardados	Puede producir irritación, edemas y corrosión del tracto respiratorio, bronquitis crónica, gastritis, quemaduras, gastritis hemorrágica, edemas, necrosis.	
Peligros específicos derivados de la sustancia	Su descomposición térmica puede dar lugar a la liberación de vapores y gases irritantes. Ninguno razonablemente predecible.	
Almacenamiento	Debe almacenarse en lugares secos, bien ventilados, alejado de materiales oxidantes y protegido de daños físicos	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PRIMEROS AUXILIOS		
Peligros	Prevención	Acción/Primeros auxilios
Inhalación	Usar ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.	Mover al afectado al aire fresco. Si no respira, dar respiración artificial y mantenerlo caliente y en reposo, no dar a ingerir nada. Si está consciente, suministrar oxígeno, si es posible, y mantenerlo sentado, pues puede presentarse dificultad para respirar.
Piel	Guantes de protección. Traje de protección.	Lavar inmediatamente la zona dañada con agua en abundancia. Si ha penetrado en la ropa, quitarla inmediatamente y lavar la piel con agua abundante.
Ojos	Utilizar pantalla facial o protección ocular en combinación con protección respiratoria.	Lavar inmediatamente con agua corriente, asegurándose de abrir bien los párpados.
Ingestión	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo.	No provocar vómito. En caso de que la víctima esté inconsciente, dar respiración artificial y mantenerla en reposo y caliente. Si está consciente dar a beber un poco de agua continuamente, por ejemplo, una cucharada cada 10 minutos

Fuente: Elaboración propia con datos de la bibliografía, 2022.

- **Hidróxido de sodio (NaOH)**

Molécula del Hidróxido de Sodio (NaOH)



Fuente: chemical safety

Descripción del Hidróxido de sodio

El hidróxido de sodio es un sólido blanco e industrialmente se utiliza como disolución al 50 % por su facilidad de manejo. Es soluble en agua, desprendiéndose calor. Absorbe humedad y dióxido de carbono del aire y es corrosivo de metales y tejidos. Es usado, en síntesis, en el tratamiento de celulosa para hacer rayón y celofán, en la elaboración de plásticos, jabones y otros productos de limpieza, entre otros usos. Se obtiene, principalmente por electrólisis de cloruro de sodio, por reacción de hidróxido de calcio y carbonato de sodio y al tratar sodio metálico con vapor de agua a bajas temperaturas

Caracterización física y química del Hidróxido de sodio

Características Químicas

El Hidróxido de Sodio es una base fuerte, se disuelve con facilidad en agua generando gran cantidad de calor y disociándose por completo en sus iones, es también muy soluble en Etanol y Metanol. Reacciona con ácidos (también generando calor), compuestos orgánicos halogenados y con metales como el Aluminio, Estaño y Zinc generando Hidrógeno, que es un gas combustible altamente explosivo.

El Hidróxido de Sodio es corrosivo para muchos metales. Reacciona con sales de amonio generando peligro de producción de fuego, ataca algunas formas de plástico, caucho y recubrimientos.

El Hidróxido de Sodio Anhidro reacciona lentamente con muchas sustancias, sin embargo, la velocidad de reacción aumenta en gran medida con incrementos de

temperatura. Los metales más nobles como el Níquel, Hidróxido de Sodio Plata y Oro son atacados solo a altas temperaturas y en atmósferas oxidantes.

Características Físicas


Propiedades físicas del NaOH

PROPIEDAD	VALOR
Peso molecular (g/mol)	40.0
Estado físico	Sólido
Punto de ebullición (°C) (760 mmHg)	1.390; puro 105; solución acuosa 6% en peso 120; solución acuosa 34% en peso 150; solución acuosa 55% en peso
Punto de Fusión (°C)	318; puro
Presion de Vapor (mmHg)	0; puro
Ph	14; Solución 5%
Solubilidad en agua (g/ml)	11,1

Fuente: Enciclopedia of Industrial Chemistry

Ficha de seguridad del NaOH

Ficha de seguridad del Hidróxido de Sodio

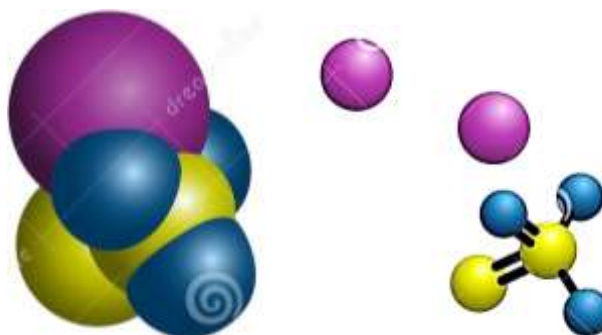
FICHA DE SEGURIDAD		
Compuesto: HIDRÓXIDO DE SODIO	Formula: NaOH	Peso Molecular: 40.00 g/mol
Propiedades Físicas Punto de ebullición: 1.390 °C Punto de Fusión: 318 °C Densidad: 2.13 g/cm ³ Solubilidad en agua: 11.1 g/ml Estado en T ambiente: Solido, adsorbe humedad del ambiente. Olor y color: inoloro - solido blanco	SÍMBOLO DE RIESGOS 	
DATOS IMPORTANTES		
Posibilidad de reacciones peligrosas	Peligro de ignición o de formación de gases o vapores combustibles con: metales, metales ligeros. Posibles reacciones violentas con: nitrilos, compuestos de amonio, cianuros, magnesio, nitrocompuestos orgánicos, inflamables orgánicos, fenoles, compuestos oxidables, polvos de metales alcalinotérreos.	
Condiciones que deben evitarse	Información no disponible.	
Materiales incompatibles	Aluminio, plásticos diverso latón, aleaciones metálicas, cuarzos de silicato y vidrio.	
Principales síntomas y efectos agudos y retardados	Irritación y corrosión, tos, insuficiencia respiratoria, colapso y muerte.	
Peligros específicos derivados de la sustancia	No combustible. Posibilidad de formación de vapores por incendio en el entorno.	
Almacenamiento	El hidróxido de sodio debe ser almacenado en un lugar seco, protegido de la humedad, agua, daño físico y alejado de ácidos, metales, disolventes clorados, explosivos, peróxidos orgánicos y materiales que puedan arder fácilmente.	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PRIMEROS AUXILIOS		
Peligros	Prevención	Acción/Primeros auxilios
Inhalación	Usar ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.	Retirar del área de exposición hacia una bien ventilada. Si el accidentado se encuentra inconsciente, no dar a beber nada, dar respiración artificial y rehabilitación cardiopulmonar. Si se encuentra consciente, levantarlo o sentarlo lentamente, suministrar oxígeno, si es necesario.
Piel	Guantes de protección. Traje de protección.	Quitar la ropa contaminada inmediatamente. Lavar el área afectada con abundante agua corriente.
Ojos	Utilizar pantalla facial o protección ocular en combinación con protección respiratoria.	Lavar con abundante agua corriente, asegurándose de levantar los párpados, hasta

		eliminación total del producto.
Ingestión	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo.	No provocar vómito. Si el accidentado se encuentra inconsciente, tratar como en el caso de inhalación. Si está consciente, dar a beber una cucharada de agua inmediatamente y después, cada 10 minutos.

Fuente: Elaboración propia con datos de la bibliografía, 2022.

- **Tiosulfato de sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$)**

Molécula de Tiosulfato de Sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$)



Fuente: chemical safety

Descripción del tiosulfato de sodio

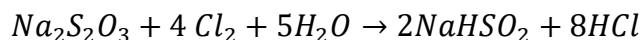
El tiosulfato de sodio o hiposulfito de sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) es una importante sal inorgánica con varios usos médicos. Está disponible también como su sal pentahidratada ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$).

Es un compuesto iónico formado por dos cationes sódicos (Na^+) y el anión tiosulfato cargado negativamente (S_2O_3^-), en el que el átomo de azufre central está unido a tres átomos de oxígeno y otro átomo de azufre (de ahí el prefijo tío), a través de enlaces simples y dobles con carácter de resonancia. El sólido existe en una estructura cristalina monoclinica.

Caracterización física y química del tiosulfato de sodio

Características Químicas

Las propiedades reductoras del tiosulfato se deben a la presencia de azufre S^{2-} divalente y electronegativo en su molécula. Cuando el tiosulfato de sodio es oxidado con cloro, el azufre divalente S^{2-} pierde 8 electrones pasando a un ion SO_4^{2-}



Si se acidula una solución de tiosulfato de sodio, se forma el ácido tiosulfúrico. Este ácido no se ha separado en estado libre; en solución, se descompone en virtud de una reacción intramolecular de oxidación-reducción.

Características Físicas

Propiedades físicas del $Na_2S_2O_3$

PROPIEDAD	VALOR
Peso Molecular	158.11 g/mol (en forma anhidra) (como pentahidrato): 248.11 g/mol
Estado Físico	polvo blanco
Densidad	1 667 kg/m ³ ; 1.667 g/cm ³
Punto de fusión	48,3 °C (321 K)
Punto de ebullición	100 °C (373 K)
Estructura cristalina	Monoclínico
Índice de refracción (n_D)	1,489
Solubilidad en agua	70.1 g/100 ml (20 °C) 231 g/100 ml (100 °C)

Fuente: Enciclopedia of Industrial Chemistry.

Ficha de seguridad del ($Na_2S_2O_3$)

Ficha de seguridad del Tiosulfato de Sodio

FICHA DE SEGURIDAD		
Compuesto: TIOSULFATO DE SODIO	Formula: Na ₂ S ₂ O ₃	Peso Molecular: 158.11 g/mol
Propiedades Físicas Punto de ebullición: 100 °C Punto de Fusión: 48.3 °C Densidad: 1.667 g/cm ³ Solubilidad en agua: 70.1 g/100ml (20 °C) Estado en T ambiente: liquido Olor y color: inoloro – incoloro o blanco	SÍMBOLO DE RIESGOS 	
DATOS IMPORTANTES		
Posibilidad de reacciones peligrosas	No hay datos disponibles.	
Condiciones que deben evitarse	Es un reductor fuerte y puede reaccionar con oxidantes. Reacciona con ácidos para liberar dióxido de azufre. El tiosulfato de sodio pentahidratado se disuelve en su propia agua de hidratación; florece en aire cálido y seco. El tiosulfato de sodio pentahidratado pierde agua a 100 grados. C. Higroscópico; mantener el contenedor bien cerrado. Proteger de la humedad.	
Materiales incompatibles	Es incompatible con yodo, ácidos, plomo, mercurio y sales de plata (por ejemplo, nitrato de plata), halógenos	
Principales síntomas y efectos agudos y retardados	No hay datos disponibles.	
Peligros específicos derivados de la sustancia	En caso de incendio pueden formarse: Óxidos nítricos (NO _x) Óxidos de azufre	
Almacenamiento	Evite el calor o la humedad. Guarde el producto en áreas alejadas del calor y de la humedad y protéjalo para que no sufra daño físico. Separe de los ácidos y de los oxidantes	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PRIMEROS AUXILIOS		
Peligros	Prevención	Acción/Primeros auxilios
Inhalación	Usar ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.	Lleve al paciente al aire libre. Acuda al médico en casos graves o si la recuperación no es rápida
Piel	Guantes de protección. Traje de protección.	Lave con agua y jabón y empape con agua.
Ojos	Utilizar pantalla facial o protección ocular en combinación con protección respiratoria.	Lave con agua hasta que no haya evidencia de restos de productos químicos. Acuda al médico
Ingestión	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo.	Dé de beber grandes cantidades de agua o leche de inmediato. Obtenga atención médica.

Fuente: Elaboración propia con datos de la bibliografía, 2022.

- Yodo (I₂)

Molécula del Yodo (I_2)



Fuente: chemical safety

Descripción del Yodo

El nombre yodo o iodo deriva del griego *iodēs*, que quiere decir “violeta”, en referencia al color de este elemento no metálico, de símbolo I, número atómico 53, masa atómica relativa 126.904, el más pesado de los halógenos (halógenos) que se encuentran en la naturaleza. En condiciones normales, el yodo es un sólido negro, lustroso, y volátil.

El término halógeno, también proviene del griego y significa “formador de sales”. Muchos compuestos orgánicos sintéticos y algunos orgánicos contienen elementos halógenos como el yodo. A este tipo de compuestos se los conoce como compuestos halogenados.

El yodo se encuentra en la naturaleza, tanto en la corteza terrestre como en el agua de mar. Incluso forma parte de la composición de los tejidos de peces marinos, plantas acuáticas y algas.

Caracterización física y química del yodo

Características Químicas

La química del yodo, como la de los otros halógenos, se ve dominada por la facilidad con la que el átomo adquiere un electrón para formar el ion yoduro, I^- , o un solo enlace covalente $-I$, y por la formación, con elementos más electronegativos, de compuestos en que el estado de oxidación formal del yodo es +1, +3, +5 o +7. El yodo es más electropositivo que los otros halógenos y sus propiedades se modulan por: la debilidad relativa de los enlaces covalentes entre el yodo y elementos más electropositivos; los tamaños grandes del átomo de yodo y del ion yoduro, lo cual reduce las entalpías de la

red cristalina y de disolución de los yoduros, en tanto que incrementa la importancia de las fuerzas de Van Der Waals en los compuestos del yodo, y la relativa facilidad con que se oxida éste.

El yodo se encuentra con profusión, aunque rara vez en alta concentración y nunca en forma elemental. A pesar de la baja concentración del yodo en el agua marina, cierta especie de alga puede extraer y acumular el elemento.

Características Físicas

Propiedades físicas del I₂

PROPIEDADES	VALOR
Peso Molecular	126.90447 u
Estado de la materia	Sólido (no magnético)
Punto de fusión	114 °C
Punto de ebullición	184 °C
Entalpía de vaporización	20.752 kJ/mol
Entalpía de fusión	7.824 kJ/mol

Fuente: Enciclopedia of Industrial Chemistry

Ficha de seguridad del I₂

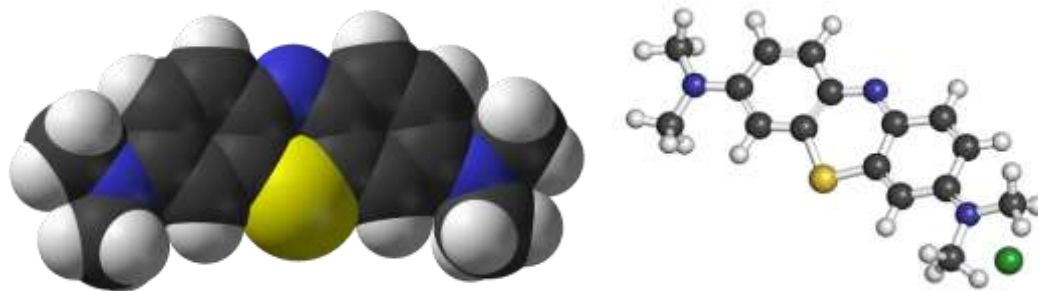
Tabla. Ficha de seguridad del Yodo

FICHA DE SEGURIDAD		
Compuesto: YODO	Formula: I ₂	Peso Molecular: 126.90447 u
Propiedades Físicas Punto de ebullición: 184 °C Punto de Fusión: 114 °C Densidad: 4.94 g/cm ³ Solubilidad en agua: 0.33 g/l (25 °C) Estado en T ambiente: gaseoso Olor y color: irritante – azul violeta	SÍMBOLO DE RIESGOS  SGA NFPA 704	
DATOS IMPORTANTES		
Possibilidad de reacciones peligrosas	Muy comburente. Reacción exotérmica con: Aldehídos, Polvo de metal, Óxido de fósforo. Peligro de explosión: Acetileno, Metales alcalinos, Amina, Compuestos de amonio, Aziduros (azidas), Medios de reducción, Sodio, Potasio, Yoduro.	
Condiciones que deben evitarse	No se conocen condiciones particulares que deban evitarse.	
Materiales incompatibles	No hay información adicional.	
Principales síntomas y efectos agudos y retardados	Dificultades respiratorias, Colapso circulatorio, Diarrea, Vómitos, Irritación, Decoloración de la córnea, Tos, Ahogos, Corrosividad, Espasmos.	
Peligros específicos derivados de la sustancia	No combustible. Los vapores son más pesados que el aire, se extienden por el suelo y forman mezclas explosivas con el aire.	
Almacenamiento	Almacenar en un lugar seco.	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PRIMEROS AUXILIOS		
Peligros	Prevención	Acción/Primeros auxilios
Inhalación	Usar ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.	En caso de respiración irregular o de paro respiratorio, buscar asistencia médica inmediatamente y disponerse a tomar medidas de primeros auxilios.
Piel	Guantes de protección. Traje de protección.	Aclararse la piel con agua/ducharse. En caso de irritaciones cutáneas, consultar a un dermatólogo.
Ojos	Utilizar pantalla facial o protección ocular en combinación con protección respiratoria.	Mantener separados los párpados y enjuagar con abundante agua limpia y fresca por lo menos durante 10 minutos. En caso de irritación ocular consultar al oculista.
Ingestión	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo.	Enjuáguese la boca con agua (solamente si la persona está consciente). Llamar a un médico.

Fuente: Elaboración propia con datos de la bibliografía, 2022.

- **Azul de Metileno (C₁₆H₁₈CIN₃S)**

Molécula del Azul de Metileno (C₁₆H₁₈CIN₃S)



Fuente: chemical safety

Descripción del Azul de metileno

El azul de metileno es un colorante de naturaleza orgánica con múltiples funciones. También es conocido con el nombre de cloruro de metiltionina. Su fórmula molecular es $C_{16}H_{18}ClN_3S$. Fue sintetizado en el año 1876 para teñir prendas textiles, sin embargo, no pasó mucho tiempo en que los científicos de la época descubrieran su gran utilidad en el campo de la medicina, especialmente para teñir preparaciones microscópicas.

Este uso aún se conserva, pues actualmente es utilizado en técnicas de coloración simple para el diagnóstico de ciertas patologías infecciosas, tales como, pitiriasis versicolor, eritrasma o meningitis por *Haemophilus influenzae*.

También es frecuente su uso como colorante de contraste, como por ejemplo en la técnica de coloración de Ziehl Neelsen, específica para el diagnóstico de microorganismos ácido alcohol resistente. Sin embargo, este no ha sido su única utilidad, pues el azul de metileno luego fue explotado por su poder antiséptico y cicatrizante.

Caracterización física y química del azul de metileno

Características Químicas

El azul de metileno se reconoce como un colorante sencillo que puede ser utilizado para fines diversos, tales como la determinación de la morfología bacteriana.

El nitrógeno cargado positivamente (catión) se constituye en el centro activo de la molécula; y, por tanto, desde allí se explican las tinciones electrofílicas a partir de este compuesto, y la atracción hacia aniones tales como los grupos fosfato (PO₄)⁻³

Características Físicas

Propiedades físicas del (C₁₆H₁₈CIN₃S)

PROPIEDAD	VALOR
Peso molecular (g/mol)	319.85
Estado físico	Sólido
Punto de ebullición	190 °C se descompone
Punto de Fusión (°C)	100 – 110 °C
Densidad	1.757 g/cm ³
Ph	3.0 – 4.5 (solución acuosa al 1% a 25 °C)
Solubilidad	Solubilidad moderada en agua (1-10%). Soluble en cloroformo, moderadamente soluble en alcohol etílico

Fuente: Enciclopedia of Industrial Chemistry

Ficha de Seguridad del C₁₆H₁₈CIN₃S

Ficha de seguridad del Azul de Metileno

FICHA DE SEGURIDAD		
Compuesto: AZUL DE METILENO	Formula: C ₁₆ H ₁₈ CIN ₃ S	Peso Molecular: 319.85 g/mol
Propiedades Físicas Punto de ebullición: 190 °C Punto de Fusión: 100-110 °C Densidad: 1.757 g/cm ³ Solubilidad en agua: moderada (1-10%) Estado en T ambiente: sólido Olor y color: Inodoro-azul oscuro	SÍMBOLO DE RIESGOS 	
DATOS IMPORTANTES		
Posibilidad de reacciones peligrosas	Posibles reacciones violentas con, agentes oxidantes fuertes, bases, agentes reductores, compuestos alcalinos, yoduros y dicromato de potasio.	
Condiciones que deben evitarse	Fuerte calefacción (descomponían).	
Materiales incompatibles	Información no disponible.	

Principales síntomas y efectos agudos y retardados	A la fecha no se conocen síntomas y efectos.	
Peligros específicos derivados de la sustancia	Inflamable, en caso de incendio posible formación de gases de combustión o vapores peligrosos. El fuego puede provocar emanaciones de óxido de azufre, óxidos de nitrógeno, gas cloruro de hidrogeno.	
Almacenamiento	Bien serrado y seco, a temperatura de almacenamiento sin limitaciones.	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PRIMEROS AUXILIOS		
Peligros	Prevención	Acción/Primeros auxilios
Inhalación	Usar ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.	Proporcionar aire fresco. Si aparece malestar o en caso de duda consultar a un médico.
Piel	Guantes de protección. Traje de protección.	Aclararse la piel con agua/ducharse. Si aparece malestar o en caso de duda consultar a un médico.
Ojos	Utilizar pantalla facial o protección ocular en combinación con protección respiratoria.	Aclarar cuidadosamente con agua durante varios minutos. Si aparece malestar o en caso de duda consultar a un médico.
Ingestión	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo.	Enjuagarse la boca. Llamar a un médico si la persona se encuentra mal.

Fuente: Elaboración propia con datos de la bibliografía, 2022.

- **Almidón (C₆H₁₀O₅)_n**

Molécula del Almidón (C₆H₁₀O₅)_n



Fuente: chemical safety

Descripción del Almidón

Desde el punto de vista químico el almidón es un polisacárido, el resultado de unir moléculas de glucosa formando largas cadenas, aunque pueden aparecer otros constituyentes en cantidades mínimas.

El almidón es una sustancia que se obtiene exclusivamente de los vegetales que lo sintetizan a partir del dióxido de carbono que toman de la atmósfera y del agua que

toman del suelo. En el proceso se absorbe la energía del sol y se almacena en forma de glucosa y uniones entre estas moléculas para formar las largas cadenas del almidón, que pueden llegar a tener hasta 2 000 o 3 000 unidades de glucosa.

El almidón está realmente formado por una mezcla de dos sustancias, amilosa y amilopectina, que sólo difieren en su estructura: la forma en la que se unen las unidades de glucosa entre sí para formar las cadenas. Pero esto es determinante para sus propiedades. Así, la amilosa es soluble en agua y más fácilmente hidrolizable que la amilopectina (es más fácil romper su cadena para liberar las moléculas de glucosa).

En realidad, la estructura del almidón es muy parecida a la de la celulosa, otro polisacárido que producen las plantas. Pero mientras el almidón es parte del alimento de muchos animales y se descompone fácilmente por acción de las enzimas digestivas, la celulosa es parte del tejido de sostén de las plantas y muy difícil de digerir, algo que la mayoría de los animales aprenden rápidamente.

En los animales, el equivalente al almidón, como sustancia de reserva energética, es otra sustancia de estructura parecida que recibe el nombre de glucógeno.

El almidón se puede identificar fácilmente gracias a que la amilosa en presencia de yodo forma un compuesto azul estable a bajas temperaturas.

Caracterización física y química del almidón

Características Químicas

El glucógeno, el almidón y la celulosa son polímeros de la glucosa, es decir, se forman por la unión de muchas moléculas de glucosa. En esta sección se estudia su estructura para después analizar su función y las reacciones que conducen a su síntesis y degradación.

Así como el enlace peptídico permite que dos aminoácidos se junten, el enlace glucosídico permite la unión de dos carbohidratos.

Características Físicas

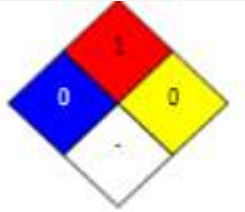
Propiedades físicas del $(C_6H_{10}O_5)_n$

PROPIEDAD	VALOR
Peso molecular (g/mol)	N/D
Estado físico	Solido
Punto de ebullición	N/D
Punto de Fusión (°C)	256 - 258 °C
Densidad	1.5 g/cm ³
Ph	6-7
Solubilidad	Soluble en agua

Fuente: Enciclopedia of Industrial Chemistry

Ficha de seguridad del (C₆H₁₀O₅)_n


Ficha de seguridad del Almidón

FICHA DE SEGURIDAD		
Compuesto: ALMIDÓN	Formula: (C ₆ H ₁₀ O ₅) _n	Peso Molecular: N/D
Propiedades Físicas Punto de ebullición: N/D Punto de Fusión: 256-258 °C Densidad: 1.5 g/cm ³ Solubilidad en agua: muy soluble Estado en T ambiente: solido Olor y color: Inodoro-blancuzco	SÍMBOLO DE RIESGOS 	
DATOS IMPORTANTES		
Possibilidad de reacciones peligrosas	No se produce ninguna polimerización peligrosa.	
Condiciones que deben evitarse	Evitar la formación de polvo. Productos incompatibles. Exceso de calor.	
Materiales incompatibles	Ninguno conocido.	
Principales síntomas y efectos agudos y retardados	Ningún dato disponible hasta la fecha.	
Peligros específicos derivados de la sustancia	Su descomposición térmica puede dar lugar a la liberación de vapores y gases irritantes.	
Almacenamiento	Mantener en un lugar fresco, seco y bien ventilado. Mantener el recipiente herméticamente cerrado	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PRIMEROS AUXILIOS		
Peligros	Prevención	Acción/Primeros auxilios


Inhalación	Usar ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.	Transportar a la víctima al exterior. Si la respiración es difícil, proporcionar oxígeno. Consultar a un médico si se producen síntomas.
Piel	Guantes de protección. Traje de protección.	Lavar inmediatamente con abundante agua. Consultar a un médico si se producen síntomas.
Ojos	Utilizar pantalla facial o protección ocular en combinación con protección respiratoria.	Enjuagar inmediatamente con abundante agua, también bajo los párpados, durante al menos 15 minutos. Consultar a un médico.
Ingestión	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo.	No provocar el vómito. Consultar a un médico si se producen síntomas.

Fuente: Elaboración propia con datos de la bibliografía, 2022.

ANEXO 8. Facturas y cotizaciones


Gobierno Autónomo Departamental de TARIJA

ORDEN DE ENTREGA Y PRESTACION DE SERVICIOS



LUGAR Concepción FECHA 17 CORRESPONDE AL RECIBO Y/O FACTURA DE VENTA N° 457
 CLIENTE Paola López MED. Enero AÑO 2022
 DE ACUERDO AL SIGUIENTE DETALLE: CI 7119363

DETALLE	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNIT.	TOTAL BS.
<u>Soluciones (Global)</u>				<u>448,80</u>
<u>Agua de estirpe</u>				}
<u>Fertilizante de sales</u>				
<u>Leche</u>				
<u>Almidón</u>				
CON: <u>Cuatrocientos cuarenta y ocho con 80/100</u>				<u>448,80</u>

ENTREGA CONFORME RECIBO CONFORME

PRO - FORMA

Nº 33360

Señor (es): Paola López
 Por lo siguiente: Material de laboratorio

CANT.	DESCRIPCIÓN	P. UNIT.	TOTAL
<u>1/2</u>	<u>Acido clorhidrico al 5%</u>	<u>-</u>	<u>150 bs</u>
<u>1 lit</u>	<u>Acido fosforico al 85%</u>	<u>-</u>	<u>300 bs</u>
			}
!!Gracias por su preferencia !!			Total Bs.- <u>450</u>

Distribuidora montellanos
 del Instituto Fiscal Zamboni Montellanos
CASA MATRIZ
 Calle Eulogio Ruiz N° 168 Barrio Virgen de Fatima
 Telf: 66-77298 - Cel: 7027295
 Tarija - Bolivia

FACTURA

NIT: 1884184019
 FACTURA
 N° 009392
 AUTORIZACIÓN N° 26510110057954E
 Original Cliente
 - VENTA AL POR MAYOR DE OTROS PRODUCTOS

Tarija 10 de Marzo de 2022 NIT/CE 7119363
 Señores: Paola Lopez

CANTIDAD	CONCEPTO	P. UNIT.	SUB TOTAL
1	Agua desionizada 10 litros	63,50	63,50
7	Frasco Ambar 500 ml	22,-	154,-
1	Piseta Plastica 500ml	54,-	54,-
1	Pipeta graduada 10ml	21,-	21,-
1	Papel filtro	5,-	5,-
			297,50

CANCELADO
10 MAR 2022

10/03/2022

Son: Docientas Noventa y Siete 50/100 - Bolivianos **TOTAL Bs. 297,50**

ESTA FACTURA CONTRIBUYE AL DESARROLLO DEL PAIS. EL USO ILICITO DE ESTA SERA SANCIONADO DE ACUERDO A LEY
 Ley N° 453. *Tiene derecho a un trato equitativo sin discriminación en la oferta de productos* **FECHA LIMITE DE EMISION 11/05/2022**

ANEXO 9: Fotografías de la investigación

Obtención de Carbón Activado

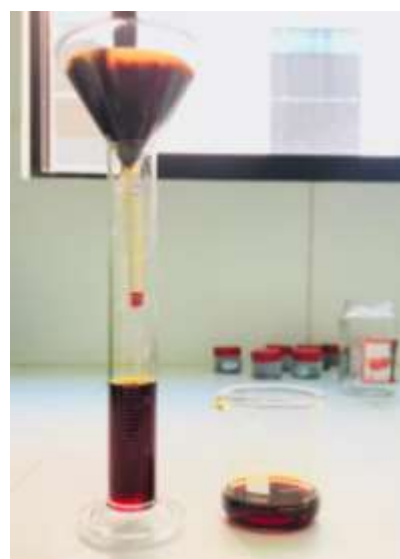




Muestras de carbón activado replica 1 y 2



Determinación del índice de yodo



Determinación del porcentaje de remoción del azul de metileno



Cáscara de plátano vista en el microscopio



Cáscara de plátano pre carbonizada vista en el microscopio



Carbón activado de cáscara de plátano visto en el microscopio

