

# PROTEUS

## LABS



*Latest Version 557*

*29 de agosto de 2026*

**LABS LIST**



[proteus-vr.com](http://proteus-vr.com)



## Contents

|                                                                                                  |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Introducción.....                                                                                | 6  |
| Enlaces importantes.....                                                                         | 6  |
| Corresponding International Baccalaureate Programme Topics.....                                  | 7  |
| A. IB Middle Years Programme — Sciences (Years 1-5, ages 11-16).....                             | 7  |
| MYP Biology.....                                                                                 | 7  |
| MYP Chemistry.....                                                                               | 9  |
| MYP Physics.....                                                                                 | 11 |
| B. IB Diploma Programme — Sciences (ages 16-18).....                                             | 13 |
| IB DP Biology.....                                                                               | 13 |
| IB DP Chemistry.....                                                                             | 13 |
| IB DP Physics.....                                                                               | 17 |
| IB Codes Legend.....                                                                             | 19 |
| Next Generation Science Standards (NGSS) Disciplinary Core Ideas (DCI) Arrangements Mapping..... | 20 |
| A. NGSS Mapping (in order of Proteus Labs).....                                                  | 20 |
| Tutorials and Introductory Skills.....                                                           | 20 |
| Chemical and Physical Properties.....                                                            | 20 |
| Biology.....                                                                                     | 22 |
| Solutions.....                                                                                   | 23 |
| Acids and Bases.....                                                                             | 23 |
| Gases.....                                                                                       | 24 |
| Kinetics and Thermodynamics.....                                                                 | 24 |
| Chemical Equilibrium.....                                                                        | 25 |
| Electrochemistry.....                                                                            | 25 |
| Electricity.....                                                                                 | 25 |
| Physics (Mechanics).....                                                                         | 26 |
| B. NGSS Mapping (in order of NGSS Performance Expectation).....                                  | 27 |
| Middle School — Physical Sciences.....                                                           | 27 |
| Middle School — Life Sciences.....                                                               | 28 |
| Middle School — Earth and Space Sciences.....                                                    | 29 |
| High School — Physical Sciences.....                                                             | 29 |
| High School — Life Sciences.....                                                                 | 29 |



|                                                                             |           |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----------|
| High School — Earth and Space / Engineering.....                            | 30        |
| NGSS Codes Legend.....                                                      | 31        |
| <b>TUTORIALS .....</b>                                                      | <b>32</b> |
| <b>001 — Tutorial de balance.....</b>                                       | <b>33</b> |
| <b>002 — Tutorial de introducción.....</b>                                  | <b>34</b> |
| <b>003 — Tutorial de Volumen.....</b>                                       | <b>35</b> |
| <b>034 — Introducción a la seguridad en el laboratorio.....</b>             | <b>36</b> |
| <b>042 — Introducción a los instrumentos de laboratorio.....</b>            | <b>37</b> |
| <b>004 — Ósmosis.....</b>                                                   | <b>38</b> |
| <b>005 — Identificación de elementos a través de llamas brillantes.....</b> | <b>39</b> |
| <b>006 — Identificación de Gases.....</b>                                   | <b>40</b> |
| <b>007 — Separación de Productos Sólidos y Líquidos.....</b>                | <b>41</b> |
| <b>008 — Separación de productos por punto de ebullición 1.....</b>         | <b>42</b> |
| <b>009 — Separación de productos por punto de ebullición 2.....</b>         | <b>43</b> |
| <b>010 — Punto de fusión y densidad.....</b>                                | <b>44</b> |
| <b>011 — Densidad.....</b>                                                  | <b>45</b> |
| <b>012 — Propiedades físicas e identificación de los productos.....</b>     | <b>46</b> |
| <b>013 — Nutrientes.....</b>                                                | <b>47</b> |
| <b>014 — Extracción de metales pesados.....</b>                             | <b>48</b> |
| <b>015 — Propiedades de los metales.....</b>                                | <b>49</b> |
| <b>016 — La ley de la conservación de la masa.....</b>                      | <b>50</b> |
| <b>021 — Centrifugado.....</b>                                              | <b>51</b> |
| <b>023 — Sangre y grupos sanguíneos.....</b>                                | <b>52</b> |
| <b>024 — Observación de células animales.....</b>                           | <b>53</b> |
| <b>025 — Observación de células vegetales.....</b>                          | <b>54</b> |
| <b>026 — ADN vegetal.....</b>                                               | <b>55</b> |
| <b>027 — Germinación.....</b>                                               | <b>56</b> |
| <b>028 — Análisis de heces.....</b>                                         | <b>57</b> |
| <b>029 — Observación de la saliva.....</b>                                  | <b>58</b> |
| <b>030 — Química del agua de río.....</b>                                   | <b>59</b> |
| <b>038 — Preparación de soluciones por disolución.....</b>                  | <b>60</b> |
| <b>039 — Cambiando la solubilidad de un sólido.....</b>                     | <b>61</b> |
| <b>040 — Precipitación.....</b>                                             | <b>62</b> |



|                                                                                                 |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>041 — Preparación de una solución.....</b>                                                   | <b>63</b> |
| <b>043 — Diluciones.....</b>                                                                    | <b>64</b> |
| <b>046 — pH.....</b>                                                                            | <b>65</b> |
| <b>047 — Titulación ácido-base 1.....</b>                                                       | <b>66</b> |
| <b>048 — El pH de los ácidos fuertes y débiles.....</b>                                         | <b>67</b> |
| <b>049 — Uso de indicadores de pH.....</b>                                                      | <b>68</b> |
| <b>050 — Conductividad y pH.....</b>                                                            | <b>69</b> |
| <b>051 — Estequiometría.....</b>                                                                | <b>70</b> |
| <b>052 — Titulación ácido-base 2.....</b>                                                       | <b>71</b> |
| <b>053 — La presión de los gases.....</b>                                                       | <b>72</b> |
| <b>054 — La relación entre el volumen y la presión de un gas 1.....</b>                         | <b>73</b> |
| <b>055 — La relación entre el volumen y la presión de un gas 2.....</b>                         | <b>74</b> |
| <b>056 — La relación entre la temperatura y el volumen de un gas.....</b>                       | <b>75</b> |
| <b>057 — La relación entre la solubilidad de los gases y la temperatura.....</b>                | <b>76</b> |
| <b>059 — Velocidad de reacción y entalpía.....</b>                                              | <b>77</b> |
| <b>060 — Velocidad de reacción entre moléculas.....</b>                                         | <b>78</b> |
| <b>061 — La influencia de la superficie de contacto en la velocidad de reacción 1<br/>.....</b> | <b>79</b> |
| <b>062 — La influencia de la superficie de contacto en la velocidad de reacción 2<br/>.....</b> | <b>80</b> |
| <b>063 — La influencia de la concentración en la velocidad de reacción 1.....</b>               | <b>81</b> |
| <b>064 — La influencia de la concentración en la velocidad de reacción 2.....</b>               | <b>82</b> |
| <b>065 — Ley de Hess.....</b>                                                                   | <b>83</b> |
| <b>066 — Reacciones endotérmicas y exotérmicas.....</b>                                         | <b>84</b> |
| <b>067 — Capacidad calorífica específica.....</b>                                               | <b>85</b> |
| <b>070 — El aspecto cualitativo del equilibrio químico.....</b>                                 | <b>86</b> |
| <b>071 — Principio de Le Chatelier.....</b>                                                     | <b>87</b> |
| <b>072 — Electrólisis del agua.....</b>                                                         | <b>88</b> |
| <b>073 — Conductividad.....</b>                                                                 | <b>89</b> |
| <b>074 — Lectura de una resistencia.....</b>                                                    | <b>90</b> |
| <b>075 — Ensamblaje de circuito eléctrico.....</b>                                              | <b>91</b> |
| <b>076 — Ensamblaje de un circuito eléctrico en paralelo.....</b>                               | <b>92</b> |
| <b>077 — Impacto de la corriente eléctrica en el brillo de una lámpara.....</b>                 | <b>93</b> |
| <b>078 — Electricidad estática.....</b>                                                         | <b>94</b> |



|                                                                                                      |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>079 — Campos magnéticos.....</b>                                                                  | <b>95</b>  |
| <b>080 — Solenoides.....</b>                                                                         | <b>96</b>  |
| <b>081 — Eficiencia energética.....</b>                                                              | <b>97</b>  |
| <b>110 — Ley de Kirchhoff.....</b>                                                                   | <b>98</b>  |
| <b>082 — Fuerza efectiva.....</b>                                                                    | <b>99</b>  |
| <b>083 — La energía mecánica de un objeto en movimiento.....</b>                                     | <b>100</b> |
| <b>084 — Aceleración constante.....</b>                                                              | <b>101</b> |
| <b>085 — La relación entre la deformación de un resorte y la fuerza restauradora que ejerce.....</b> | <b>102</b> |
| <b>086 — El funcionamiento de una grúa polipasto.....</b>                                            | <b>103</b> |
| <b>087 — Ventaja mecánica en el diseño de escenarios teatrales.....</b>                              | <b>104</b> |
| <b>088 — La relación entre la fuerza resultante y la aceleración.....</b>                            | <b>105</b> |
| <b>091 — Energía cinética.....</b>                                                                   | <b>106</b> |
| <b>106 — Movimiento de rodadura en rampas inclinadas.....</b>                                        | <b>107</b> |



# Introducción

## Enlaces importantes

- [Página de Class VR](#)
- [Canal de Discord](#)
- [Facebook](#)



# Corresponding International Baccalaureate Programme Topics

## A. IB Middle Years Programme — Sciences (Years 1-5, ages 11-16)

The MYP Sciences framework organizes content around four **Key Concepts** (Change, Relationships, Systems, Communities), six discipline-specific **Related Concepts**, and six **Global Contexts**. Each lab below is mapped to its primary Key Concept, the two most relevant Related Concepts, and the Global Context the lab speaks to most clearly. Approximate MYP year is provided as a curriculum-planning hint.

### MYP Biology

| Lab No | Lab Name                          | MYP Year | Key Concept   | Related Concepts     | Global Context                    |
|--------|-----------------------------------|----------|---------------|----------------------|-----------------------------------|
| 4      | Osmosis                           | 3-5      | Systems       | Balance, Function    | Scientific & technical innovation |
| 21     | Centrifugation                    | 4-5      | Change        | Form, Function       | Scientific & technical innovation |
| 23     | Blood and blood groups            | 4-5      | Systems       | Function, Form       | Identities and relationships      |
| 24     | Observation of animal cells       | 1-3      | Systems       | Form, Function       | Scientific & technical innovation |
| 25     | Observation of plant cells        | 1-3      | Systems       | Form, Function       | Scientific & technical innovation |
| 26     | Vegetal DNA                       | 4-5      | Relationships | Form, Function       | Scientific & technical innovation |
| 27     | Germination                       | 1-3      | Change        | Environment, Balance | Orientation in space and time     |
| 28     | Analysis of stools                | 4-5      | Systems       | Function, Balance    | Identities and relationships      |
| 29     | Observation of saliva             | 3-5      | Systems       | Function, Energy     | Identities and relationships      |
| 30     | Chemistry of river water          | 3-5      | Systems       | Environment, Balance | Globalization and sustainability  |
| 31     | Köhler illumination<br>(TBD 2026) | 3-5      | Relationships | Form, Function       | Scientific & technical innovation |
| 32     | Focusing microscope<br>(TBD 2026) | 3-5      | Relationships | Form, Function       | Scientific & technical innovation |
| 33     | Observation of river              | 3-5      | Systems       | Environment,         | Globalization and                 |



water (*TBD 2026*)

Balance

sustainability



## MYP Chemistry

| Lab No | Lab Name                                           | MYP Year | Key Concept   | Related Concepts         | Global Context                    |
|--------|----------------------------------------------------|----------|---------------|--------------------------|-----------------------------------|
| 5      | Identification of elements through bright flames   | 3-5      | Change        | Patterns, Models         | Scientific & technical innovation |
| 6      | Gas identification                                 | 3-5      | Change        | Patterns, Transformation | Scientific & technical innovation |
| 7      | Separation of solid and liquid products            | 1-3      | Change        | Transformation, Function | Scientific & technical innovation |
| 8      | Separation of products by boiling point 1          | 3-4      | Change        | Transformation, Energy   | Scientific & technical innovation |
| 9      | Separation of products by boiling point 2          | 4-5      | Change        | Transformation, Energy   | Scientific & technical innovation |
| 10     | Melting point and density                          | 1-3      | Relationships | Patterns, Models         | Scientific & technical innovation |
| 11     | Density                                            | 1-3      | Relationships | Patterns, Movement       | Scientific & technical innovation |
| 12     | Physical properties and identification of products | 1-3      | Change        | Patterns, Function       | Scientific & technical innovation |
| 13     | Nutrients                                          | 3-4      | Systems       | Function, Patterns       | Identities and relationships      |
| 14     | Heavy metal extraction                             | 4-5      | Change        | Transformation, Function | Globalization and sustainability  |
| 15     | Metal properties                                   | 1-3      | Relationships | Patterns, Function       | Scientific & technical innovation |
| 16     | The law of conservation of mass                    | 1-3      | Change        | Models, Patterns         | Scientific & technical innovation |
| 38     | Preparation of solution by dissolution             | 1-3      | Change        | Transformation, Models   | Scientific & technical innovation |
| 39     | Changing the solubility of a solid                 | 3-4      | Change        | Transformation, Energy   | Scientific & technical innovation |
| 40     | Precipitation                                      | 3-4      | Change        | Transformation,          | Scientific &                      |



|    |                                                            |     |               |                        |                                   |
|----|------------------------------------------------------------|-----|---------------|------------------------|-----------------------------------|
|    |                                                            |     |               | Patterns               | technical innovation              |
| 41 | Preparation of a solution                                  | 1-3 | Change        | Models, Function       | Scientific & technical innovation |
| 43 | Dilutions                                                  | 1-3 | Relationships | Models, Patterns       | Scientific & technical innovation |
| 46 | pH                                                         | 1-3 | Change        | Patterns, Models       | Scientific & technical innovation |
| 47 | Acid-base titration 1                                      | 3-5 | Change        | Transformation, Models | Scientific & technical innovation |
| 48 | pH of strong and weak acids                                | 3-5 | Change        | Patterns, Models       | Scientific & technical innovation |
| 49 | Using pH indicators                                        | 1-3 | Change        | Patterns, Models       | Scientific & technical innovation |
| 50 | Conductivity and pH                                        | 3-5 | Relationships | Patterns, Function     | Scientific & technical innovation |
| 51 | Stoichiometry                                              | 3-5 | Change        | Models, Transformation | Scientific & technical innovation |
| 52 | Acid-base titration 2                                      | 4-5 | Change        | Transformation, Models | Scientific & technical innovation |
| 53 | The pressure of gases                                      | 3-4 | Relationships | Patterns, Energy       | Scientific & technical innovation |
| 54 | The relationship between volume and pressure of a gas 1    | 3-4 | Relationships | Patterns, Models       | Scientific & technical innovation |
| 55 | The relationship between volume and pressure of a gas 2    | 3-4 | Relationships | Patterns, Models       | Scientific & technical innovation |
| 56 | The relationship between a gas' temperature and its volume | 3-4 | Relationships | Patterns, Energy       | Scientific & technical innovation |
| 57 | The relationship between gas solubility and temperature    | 3-5 | Relationships | Patterns, Energy       | Scientific & technical innovation |
| 59 | Reaction speed and                                         | 4-5 | Change        | Transformation,        | Scientific &                      |



|    |                                                     |     |               |                        |                                   |
|----|-----------------------------------------------------|-----|---------------|------------------------|-----------------------------------|
|    | enthalpy                                            |     |               | Energy                 | technical innovation              |
| 60 | Reaction rate between molecules                     | 3-5 | Change        | Models, Movement       | Scientific & technical innovation |
| 61 | The influence of contact surface on reaction rate 1 | 3-4 | Change        | Patterns, Movement     | Scientific & technical innovation |
| 62 | The influence of contact surface on reaction rate 2 | 3-4 | Change        | Patterns, Movement     | Scientific & technical innovation |
| 63 | The influence of concentration on reaction rate 1   | 3-4 | Change        | Patterns, Movement     | Scientific & technical innovation |
| 64 | The influence of concentration on reaction rate 2   | 3-4 | Change        | Patterns, Movement     | Scientific & technical innovation |
| 65 | Hess's Law                                          | 4-5 | Change        | Energy, Models         | Scientific & technical innovation |
| 66 | Endothermic & exothermic reactions                  | 3-5 | Change        | Energy, Transformation | Scientific & technical innovation |
| 67 | Specific heat capacity                              | 3-5 | Relationships | Energy, Patterns       | Scientific & technical innovation |
| 70 | The qualitative aspect of chemical equilibrium      | 4-5 | Systems       | Patterns, Balance      | Scientific & technical innovation |
| 71 | Le Chatelier's principle                            | 4-5 | Systems       | Patterns, Balance      | Scientific & technical innovation |
| 72 | Water electrolysis                                  | 4-5 | Change        | Transformation, Energy | Scientific & technical innovation |
| 73 | Conductivity                                        | 3-5 | Relationships | Patterns, Function     | Scientific & technical innovation |

## MYP Physics

| Lab No | Lab Name           | MYP Year | Key Concept | Related Concepts | Global Context                    |
|--------|--------------------|----------|-------------|------------------|-----------------------------------|
| 74     | Reading a resistor | 3-4      | Systems     | Models, Function | Scientific & technical innovation |



|     |                                                                              |     |               |                      |                                   |
|-----|------------------------------------------------------------------------------|-----|---------------|----------------------|-----------------------------------|
| 75  | Electrical circuit assembly                                                  | 3-4 | Systems       | Models, Function     | Scientific & technical innovation |
| 76  | Assembling an electrical circuit in parallel                                 | 3-4 | Systems       | Models, Function     | Scientific & technical innovation |
| 77  | Impact of current on the brightness of a lamp                                | 3-4 | Relationships | Energy, Function     | Scientific & technical innovation |
| 78  | Static electricity                                                           | 3-4 | Change        | Force, Models        | Scientific & technical innovation |
| 79  | Magnetic fields                                                              | 3-5 | Relationships | Force, Models        | Scientific & technical innovation |
| 80  | Solenoids                                                                    | 4-5 | Relationships | Force, Function      | Scientific & technical innovation |
| 81  | Energy efficiency                                                            | 3-5 | Systems       | Energy, Consequences | Globalization and sustainability  |
| 110 | Kirchhoff law                                                                | 4-5 | Systems       | Models, Patterns     | Scientific & technical innovation |
| 82  | Effective force                                                              | 3-5 | Relationships | Force, Movement      | Scientific & technical innovation |
| 83  | The mechanical energy of a moving object                                     | 3-5 | Change        | Energy, Movement     | Scientific & technical innovation |
| 84  | Constant acceleration                                                        | 3-5 | Change        | Movement, Patterns   | Scientific & technical innovation |
| 85  | The relationship between the deformation of a spring and the restoring force | 3-5 | Relationships | Force, Patterns      | Scientific & technical innovation |
| 86  | The operation of a hoist                                                     | 3-5 | Systems       | Force, Movement      | Scientific & technical innovation |
| 87  | Mechanical advantage in theater stage design                                 | 3-5 | Systems       | Force, Function      | Personal & cultural expression    |
| 88  | The relationship between the resultant force and acceleration                | 3-5 | Relationships | Force, Movement      | Scientific & technical innovation |



|     |                                    |     |        |                  |                                   |
|-----|------------------------------------|-----|--------|------------------|-----------------------------------|
| 91  | Kinetic energy                     | 3–5 | Change | Energy, Movement | Scientific & technical innovation |
| 92  | Reverse bungee ( <i>TBD 2026</i> ) | 3–5 | Change | Energy, Force    | Scientific & technical innovation |
| 106 | Rolling motion on inclined ramps   | 3–5 | Change | Movement, Energy | Scientific & technical innovation |

## B. IB Diploma Programme — Sciences (ages 16–18)

### IB DP Biology

| Topic                   | Programme  | Syllabus Reference                 | Lab No | Lab Name                    |
|-------------------------|------------|------------------------------------|--------|-----------------------------|
| Cells                   | DP Biology | Cell structure                     | 24     | Observation of animal cells |
| Cells                   | DP Biology | Cell structure                     | 25     | Observation of plant cells  |
| Cells and diffusion     | DP Biology | Membrane transport, cell structure | 4      | Osmosis                     |
| Cycles and reproduction | DP Biology | Reproduction, adaptation           | 27     | Germination                 |
| Cycles, Ecosystems      | DP Biology | Transfer of energy and matter      | 33     | Observation of river water  |
| Enzymes                 | DP Biology | Enzyme activity                    | 29     | Observation of saliva       |
| Genetics                | DP Biology | DNA replication, inheritance       | 26     | Vegetal DNA                 |
| Human systems           | DP Biology | Integration of body systems        | 23     | Blood and blood groups      |
| Human systems           | DP Biology | Integration of body systems        | 21     | Centrifugation              |
| Organisms               | DP Biology | Metabolism and digestion           | 28     | Analysis of stools          |
| Organisms, metabolism   | DP Biology | Macronutrients, enzymes            | 13     | Nutrients                   |
| Sustainability          | DP Biology | Ecosystems, sustainability         | 30     | Chemistry of river water    |

### IB DP Chemistry

| Topic | Programme | Syllabus Reference | Lab No | Lab Name |
|-------|-----------|--------------------|--------|----------|
|-------|-----------|--------------------|--------|----------|



|                                       |              |                                                                                                   |    |                                                    |
|---------------------------------------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----------------------------------------------------|
| Mixtures and separation               | DP Chemistry | Structure 1.1 — Elements, compounds and mixtures; separation techniques                           | 7  | Separation of solid and liquid products            |
| Distillation                          | DP Chemistry | Structure 1.1 — Separation techniques; Structure 2.2 — Intermolecular forces and boiling point    | 8  | Separation of products by boiling point 1          |
| Fractional distillation               | DP Chemistry | Structure 1.1 — Separation techniques; Structure 2.2 — Intermolecular forces and boiling point    | 9  | Separation of products by boiling point 2          |
| Physical constants                    | DP Chemistry | Structure 1.1 — Pure substances; Structure 2.2 — Intermolecular forces, melting point and density | 10 | Melting point and density                          |
| Identification by physical properties | DP Chemistry | Structure 1.1 — Pure substances and mixtures; Structure 2.2 — Physical properties and bonding     | 12 | Physical properties and identification of products |
| Emission spectra                      | DP Chemistry | Structure 1.3 — Electron configurations; line emission spectra of the elements                    | 5  | Identification of elements through bright flames   |
| The mole and concentration            | DP Chemistry | Structure 1.4 — Counting particles by mass: the mole; molar concentration                         | 38 | Preparation of solution by dissolution             |
| The mole and concentration            | DP Chemistry | Structure 1.4 — Counting particles by mass: the mole; dissolution and dilution                    | 41 | Preparation of a solution                          |
| Dilution                              | DP Chemistry | Structure 1.4 — Counting particles by mass: the mole; dilution calculations                       | 43 | Dilutions                                          |
| Gas density                           | DP Chemistry | Structure 1.5 — Ideal gases; molar volume and density of a gas                                    | 11 | Density                                            |
| Gas pressure                          | DP Chemistry | Structure 1.5 — Ideal gases; pressure and the kinetic model                                       | 53 | The pressure of gases                              |



|                           |              |                                                                                                     |    |                                                            |
|---------------------------|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|------------------------------------------------------------|
| Boyle's law               | DP Chemistry | Structure 1.5 — Ideal gases; pressure–volume relationship                                           | 54 | The relationship between volume and pressure of a gas 1    |
| Boyle's law               | DP Chemistry | Structure 1.5 — Ideal gases; pressure–volume relationship                                           | 55 | The relationship between volume and pressure of a gas 2    |
| Charles's law             | DP Chemistry | Structure 1.5 — Ideal gases; temperature–volume relationship                                        | 56 | The relationship between a gas' temperature and its volume |
| Gas solubility            | DP Chemistry | Structure 1.5 — Ideal gases; Structure 2.2 — Intermolecular forces and solubility                   | 57 | The relationship between gas solubility and temperature    |
| Selective precipitation   | DP Chemistry | Structure 2.1 — The ionic model; Reactivity 2.1 — gravimetric determination                         | 14 | Heavy metal extraction                                     |
| Precipitation             | DP Chemistry | Structure 2.1 — The ionic model; solubility of ionic compounds                                      | 40 | Precipitation                                              |
| Electrolytes              | DP Chemistry | Structure 2.1 — The ionic model; Structure 2.2 — The covalent model; electrical conductivity        | 73 | Conductivity                                               |
| Solubility                | DP Chemistry | Structure 2.2 — Intermolecular forces; solubility and the effect of temperature                     | 39 | Changing the solubility of a solid                         |
| Metals and periodicity    | DP Chemistry | Structure 2.3 — The metallic model; Structure 3.1 — Periodicity; Reactivity 3.2 — reactivity series | 15 | Metal properties                                           |
| Organic compounds in food | DP Chemistry | Structure 3.2 — Functional groups: carbohydrates, lipids and proteins                               | 13 | Nutrients                                                  |
| Calorimetry               | DP Chemistry | Reactivity 1.1 — Measuring enthalpy changes; Reactivity 2.2 — rate of reaction                      | 59 | Reaction speed and enthalpy                                |
| Calorimetry               | DP Chemistry | Reactivity 1.1 — Measuring enthalpy                                                                 | 60 | Reaction rate between molecules                            |



|                                   |              |                                                                                      |    |                                                     |
|-----------------------------------|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------|----|-----------------------------------------------------|
|                                   |              | changes; enthalpy of reaction                                                        |    |                                                     |
| Endothermic and exothermic change | DP Chemistry | Reactivity 1.1 — Measuring enthalpy changes; sign of $\Delta H$                      | 66 | Endothermic & exothermic reactions                  |
| Specific heat capacity            | DP Chemistry | Reactivity 1.1 — Measuring enthalpy changes; specific heat capacity                  | 67 | Specific heat capacity                              |
| Energy cycles                     | DP Chemistry | Reactivity 1.2 — Energy cycles in reactions; Hess's law                              | 65 | Hess's Law                                          |
| Conservation of mass              | DP Chemistry | Reactivity 2.1 — How much? The amount of chemical change; conservation of mass       | 16 | The law of conservation of mass                     |
| Stoichiometry                     | DP Chemistry | Reactivity 2.1 — How much? The amount of chemical change; limiting reactant          | 51 | Stoichiometry                                       |
| Surface area and rate             | DP Chemistry | Reactivity 2.2 — How fast? The rate of chemical change; particle size                | 61 | The influence of contact surface on reaction rate 1 |
| Surface area and rate             | DP Chemistry | Reactivity 2.2 — How fast? The rate of chemical change; particle size                | 62 | The influence of contact surface on reaction rate 2 |
| Concentration and rate            | DP Chemistry | Reactivity 2.2 — How fast? The rate of chemical change; collision theory             | 63 | The influence of concentration on reaction rate 1   |
| Concentration and rate            | DP Chemistry | Reactivity 2.2 — How fast? The rate of chemical change; Reactivity 1.1 — calorimetry | 64 | The influence of concentration on reaction rate 2   |
| Solubility equilibrium            | DP Chemistry | Reactivity 2.3 — How far? The extent of chemical change; dynamic equilibrium         | 70 | The qualitative aspect of chemical equilibrium      |
| Le Châtelier's principle          | DP Chemistry | Reactivity 2.3 — How far? The extent of chemical change; Le Châtelier's principle    | 71 | Le Chatelier's principle                            |
| pH                                | DP           | Reactivity 3.1 —                                                                     | 46 | pH                                                  |



|                        |              |                                                                                                         |    |                             |
|------------------------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-----------------------------|
|                        | Chemistry    | Proton transfer reactions; the pH scale                                                                 |    |                             |
| Acid-base titration    | DP Chemistry | Reactivity 3.1 — Proton transfer reactions; colorimetric determination of pH                            | 47 | Acid-base titration 1       |
| Strong and weak acids  | DP Chemistry | Reactivity 3.1 — Proton transfer reactions; strength versus concentration                               | 48 | pH of strong and weak acids |
| Acid-base indicators   | DP Chemistry | Reactivity 3.1 — Proton transfer reactions; indicators and colour change                                | 49 | Using pH indicators         |
| Acids, bases and salts | DP Chemistry | Reactivity 3.1 — Proton transfer reactions; Structure 2.1 — ions in solution                            | 50 | Conductivity and pH         |
| Acid-base titration    | DP Chemistry | Reactivity 3.1 — Proton transfer reactions; Reactivity 2.1 — volumetric analysis                        | 52 | Acid-base titration 2       |
| Qualitative gas tests  | DP Chemistry | Reactivity 3.2 — Electron transfer reactions (combustion); Reactivity 3.1 — proton transfer (limewater) | 6  | Gas identification          |
| Electrolysis           | DP Chemistry | Reactivity 3.2 — Electron transfer reactions; electrolysis of water                                     | 72 | Water electrolysis          |

## IB DP Physics

| Topic                        | Programme  | Syllabus Reference                                               | Lab No | Lab Name                                                      |
|------------------------------|------------|------------------------------------------------------------------|--------|---------------------------------------------------------------|
| Uniformly accelerated motion | DP Physics | A.1 — Kinematics; equations of uniformly accelerated motion      | 84     | Constant acceleration                                         |
| Projectile motion            | DP Physics | A.1 — Kinematics; independence of horizontal and vertical motion | 88     | The relationship between the resultant force and acceleration |
| Projectile motion            | DP Physics | A.1 — Kinematics;                                                | 91     | Kinetic energy                                                |



|                                   |            |                                                                                       |     |                                                                              |
|-----------------------------------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----|------------------------------------------------------------------------------|
|                                   |            | projectile motion and the effect of fluid resistance                                  |     |                                                                              |
| Resolving forces                  | DP Physics | A.2 — Forces and momentum; components of weight on an inclined plane                  | 82  | Effective force                                                              |
| Hooke's law                       | DP Physics | A.2 — Forces and momentum; elastic restoring force                                    | 85  | The relationship between the deformation of a spring and the restoring force |
| Simple machines                   | DP Physics | A.2 — Forces and momentum; equilibrium; A.3 — work, energy and efficiency             | 86  | The operation of a hoist                                                     |
| Mechanical advantage              | DP Physics | A.2 — Forces and momentum; free-body diagrams; A.1 — kinematics                       | 87  | Mechanical advantage in theater stage design                                 |
| Conservation of mechanical energy | DP Physics | A.3 — Work, energy and power; kinetic and gravitational potential energy              | 83  | The mechanical energy of a moving object                                     |
| Efficiency                        | DP Physics | A.3 — Work, energy and power; efficiency; B.5 — current and circuits                  | 81  | Energy efficiency                                                            |
| Elastic potential energy          | DP Physics | A.3 — Work, energy and power; elastic potential energy                                | 92  | Reverse bungee (TBD 2026)                                                    |
| Rolling motion                    | DP Physics | A.4 — Rigid body mechanics (HL); rotational kinetic energy; A.3 — energy conservation | 106 | Rolling motion on inclined ramps                                             |
| Resistance                        | DP Physics | B.5 — Current and circuits; resistance and resistors                                  | 74  | Reading a resistor                                                           |
| Series circuits                   | DP Physics | B.5 — Current and circuits; Ohm's law and the loop rule                               | 75  | Electrical circuit assembly                                                  |
| Parallel circuits                 | DP Physics | B.5 — Current and circuits; current division in parallel branches                     | 76  | Assembling an electrical circuit in parallel                                 |



|                  |            |                                                                            |     |                                               |
|------------------|------------|----------------------------------------------------------------------------|-----|-----------------------------------------------|
| Electrical power | DP Physics | B.5 — Current and circuits; current, potential difference and power        | 77  | Impact of current on the brightness of a lamp |
| Kirchhoff's laws | DP Physics | B.5 — Current and circuits; Kirchhoff's junction and loop rules            | 110 | Kirchhoff law                                 |
| Electrostatics   | DP Physics | D.2 — Electric and magnetic fields; charge and Coulomb's law               | 78  | Static electricity                            |
| Magnetic fields  | DP Physics | D.2 — Electric and magnetic fields; field lines and field mapping          | 79  | Magnetic fields                               |
| Electromagnets   | DP Physics | D.2 — Electric and magnetic fields; magnetic effect of an electric current | 80  | Solenoids                                     |

## IB Codes Legend

**MYP Key Concepts** organize content at the broadest level: Change, Relationships, Systems, Communities.

**MYP Related Concepts** (Sciences):

- Biology: Balance, Consequences, Energy, Environment, Evidence, Form, Function, Interaction, Models, Movement, Patterns, Transformation
- Chemistry: Balance, Conditions, Consequences, Energy, Evidence, Form, Function, Interaction, Models, Movement, Patterns, Transformation
- Physics: Consequences, Development, Energy, Environment, Evidence, Form, Function, Interaction, Models, Movement, Patterns, Transformation

**MYP Global Contexts:** Identities and relationships; Orientation in space and time; Personal and cultural expression; Scientific and technical innovation; Globalization and sustainability; Fairness and development.

**DP codes** map to the current (2023) IB curriculum themes: **Structure** (1.1–1.5, 2.1–2.4, 3.1–3.2) and **Reactivity** (1.1–1.4, 2.1–2.3, 3.1–3.4) for Chemistry; **A** (Forces, energy, momentum), **B** (Particulate matter), **C** (Wave behaviour), **D** (Fields), **E** (Nuclear and quantum) for Physics; the four major DP Biology themes (Unity and diversity, Form and function, Interaction and interdependence, Continuity and change) for Biology.



# Next Generation Science Standards (NGSS)

## Disciplinary Core Ideas (DCI) Arrangements Mapping

This section deepens the existing DCI-level mapping in three ways:

1. **Performance Expectations (PEs)** are named explicitly. PE codes follow the format *[HS|MS] - [subject] - [number]*, e.g., HS-PS1-2 means “High School Physical Science 1, Performance Expectation 2.”
2. **Science and Engineering Practices (SEPs)** are tagged per lab. NGSS defines 8 SEPs; the most directly engaged are listed.
3. **Crosscutting Concepts (CCCs)** are tagged per lab. NGSS defines 7 CCCs.

Where a lab is appropriate for both middle school and high school audiences, both MS- and HS- PEs are listed.

### A. NGSS Mapping (in order of Proteus Labs)

#### Tutorials and Introductory Skills

| Lab | Lab Name                               | Primary PE(s)       | Secondary PE(s) | SEPs                                                                              | CCCs                                             |
|-----|----------------------------------------|---------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 1   | Balance Tutorial                       | HS-ETS1-1           | MS-PS1-7        | SEP 3 (Planning investigations); SEP 5 (Mathematics)                              | CCC 3 (Scale, proportion, quantity)              |
| 2   | Introduction Tutorial                  | HS-ETS1-1; HS-PS1-3 | MS-PS1-3        | SEP 3 (Planning investigations)                                                   | CCC 1 (Patterns); CCC 6 (Structure and function) |
| 3   | Volume Tutorial                        | HS-PS1-3            | MS-PS1-1        | SEP 3 (Planning investigations); SEP 5 (Mathematics)                              | CCC 3 (Scale, proportion, quantity)              |
| 34  | Introduction to laboratory safety      | HS-ETS1-1           | —               | SEP 1 (Asking questions and defining problems); SEP 8 (Communicating information) | CCC 6 (Structure and function)                   |
| 42  | Introduction to laboratory instruments | HS-ETS1-1           | —               | SEP 3 (Planning investigations); SEP 8 (Communicating information)                | CCC 6 (Structure and function)                   |

#### Chemical and Physical Properties

| Lab | Lab Name | Primary PE(s)      | Secondary PE(s) | SEPs                                              | CCCs                                                    |
|-----|----------|--------------------|-----------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| 4   | Osmosis  | HS-LS1-2; HS-LS1-3 | MS-LS1-3        | SEP 2 (Developing models); SEP 4 (Analyzing data) | CCC 4 (Systems and system models); CCC 7 (Stability and |



|    |                                                    |                     |                    |                                                                    |                                                           |
|----|----------------------------------------------------|---------------------|--------------------|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
|    |                                                    |                     |                    |                                                                    | change)<br>CCC 1 (Patterns)                               |
| 5  | Identification of elements through bright flames   | HS-PS1-1; HS-PS4-3  | MS-PS1-1           | SEP 4 (Analyzing data); SEP 8 (Communicating information)          |                                                           |
| 6  | Gas identification                                 | HS-PS1-3            | MS-PS1-2           | SEP 4 (Analyzing data); SEP 6 (Constructing explanations)          | CCC 1 (Patterns); CCC 6 (Structure and function)          |
| 7  | Separation of solid and liquid products            | HS-PS1-3            | MS-PS1-2           | SEP 3 (Planning investigations)                                    | CCC 6 (Structure and function)                            |
| 8  | Separation of products by boiling point 1          | HS-PS1-3            | MS-PS1-4           | SEP 3 (Planning investigations); SEP 5 (Mathematics)               | CCC 5 (Energy and matter); CCC 7 (Stability and change)   |
| 9  | Separation of products by boiling point 2          | HS-PS1-3            | MS-PS1-4           | SEP 3 (Planning investigations); SEP 5 (Mathematics)               | CCC 5 (Energy and matter)                                 |
| 10 | Melting point and density                          | HS-PS1-3            | MS-PS1-1           | SEP 4 (Analyzing data); SEP 5 (Mathematics)                        | CCC 1 (Patterns); CCC 6 (Structure and function)          |
| 11 | Density                                            | HS-PS1-3            | MS-PS1-1           | SEP 4 (Analyzing data); SEP 5 (Mathematics)                        | CCC 3 (Scale, proportion, quantity)                       |
| 12 | Physical properties and identification of products | HS-PS1-3            | MS-PS1-1; MS-PS1-2 | SEP 4 (Analyzing data); SEP 6 (Constructing explanations)          | CCC 1 (Patterns); CCC 6 (Structure and function)          |
| 13 | Nutrients                                          | HS-LS1-6            | MS-LS1-7           | SEP 4 (Analyzing data); SEP 6 (Constructing explanations)          | CCC 5 (Energy and matter); CCC 6 (Structure and function) |
| 14 | Heavy metal extraction                             | HS-PS1-2; HS-ESS3-4 | MS-PS1-2           | SEP 3 (Planning investigations); SEP 6 (Constructing explanations) | CCC 5 (Energy and matter)                                 |
| 15 | Metal properties                                   | HS-PS1-1; HS-PS1-2  | MS-PS1-2           | SEP 4 (Analyzing data); SEP 6 (Constructing explanations)          | CCC 1 (Patterns); CCC 6 (Structure and function)          |
| 16 | The law of conservation of mass                    | HS-PS1-7            | MS-PS1-5           | SEP 5 (Mathematics); SEP 6 (Constructing explanations)             | CCC 5 (Energy and matter)                                 |



## Biology

| Lab | Lab Name                          | Primary PE(s)                  | Secondary PE(s)     | SEPs                                                                 | CCCs                                                              |
|-----|-----------------------------------|--------------------------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 21  | Centrifugation                    | HS-LS1-2                       | MS-LS1-2            | SEP 3 (Planning investigations)                                      | CCC 6 (Structure and function)                                    |
| 23  | Blood and blood groups            | HS-LS1-2                       | MS-LS1-3            | SEP 4 (Analyzing data); SEP 6 (Constructing explanations)            | CCC 4 (Systems and system models); CCC 6 (Structure and function) |
| 24  | Observation of animal cells       | HS-LS1-2                       | MS-LS1-1; MS-LS1-2  | SEP 2 (Developing models); SEP 6 (Constructing explanations)         | CCC 4 (Systems and system models); CCC 6 (Structure and function) |
| 25  | Observation of plant cells        | HS-LS1-2                       | MS-LS1-1; MS-LS1-2  | SEP 2 (Developing models); SEP 6 (Constructing explanations)         | CCC 4 (Systems and system models); CCC 6 (Structure and function) |
| 26  | Vegetal DNA                       | HS-LS3-1                       | MS-LS3-1            | SEP 1 (Asking questions); SEP 3 (Planning investigations)            | CCC 6 (Structure and function)                                    |
| 27  | Germination                       | HS-LS1-5                       | MS-LS1-5            | SEP 3 (Planning investigations); SEP 4 (Analyzing data)              | CCC 5 (Energy and matter); CCC 7 (Stability and change)           |
| 28  | Analysis of stools                | HS-LS1-7                       | MS-LS1-7            | SEP 6 (Constructing explanations); SEP 8 (Communicating information) | CCC 5 (Energy and matter)                                         |
| 29  | Observation of saliva             | HS-LS1-6                       | MS-LS1-7            | SEP 3 (Planning investigations); SEP 4 (Analyzing data)              | CCC 5 (Energy and matter); CCC 6 (Structure and function)         |
| 30  | Chemistry of river water          | HS-LS2-7; HS-ESS3-3; HS-ESS3-4 | MS-LS2-1; MS-ESS3-3 | SEP 4 (Analyzing data); SEP 7 (Engaging in argument from evidence)   | CCC 2 (Cause and effect); CCC 4 (Systems and system models)       |
| 31  | Köhler illumination<br>(TBD 2026) | MS-LS1-1                       | —                   | SEP 3 (Planning investigations)                                      | CCC 6 (Structure and function)                                    |
| 32  | Focusing microscope               | MS-LS1-1                       | —                   | SEP 3 (Planning investigations)                                      | CCC 6 (Structure and function)                                    |



(TBD 2026)

|    |                                          |          |          |                                                                    |                                   |
|----|------------------------------------------|----------|----------|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| 33 | Observation of river water<br>(TBD 2026) | HS-LS2-7 | MS-LS2-1 | SEP 4 (Analyzing data); SEP 7 (Engaging in argument from evidence) | CCC 4 (Systems and system models) |
|----|------------------------------------------|----------|----------|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|

## Solutions

| Lab | Lab Name                               | Primary PE(s) | Secondary PE(s) | SEPs                                                 | CCCs                                                |
|-----|----------------------------------------|---------------|-----------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 38  | Preparation of solution by dissolution | HS-PS1-3      | MS-PS1-4        | SEP 3 (Planning investigations); SEP 5 (Mathematics) | CCC 5 (Energy and matter)                           |
| 39  | Changing the solubility of a solid     | HS-PS1-5      | MS-PS1-4        | SEP 4 (Analyzing data)                               | CCC 2 (Cause and effect); CCC 5 (Energy and matter) |
| 40  | Precipitation                          | HS-PS1-2      | MS-PS1-2        | SEP 6 (Constructing explanations)                    | CCC 5 (Energy and matter)                           |
| 41  | Preparation of a solution              | HS-PS1-7      | MS-PS1-1        | SEP 5 (Mathematics)                                  | CCC 3 (Scale, proportion, quantity)                 |
| 43  | Dilutions                              | HS-PS1-7      | MS-PS1-1        | SEP 5 (Mathematics)                                  | CCC 3 (Scale, proportion, quantity)                 |

## Acids and Bases

| Lab | Lab Name                    | Primary PE(s)      | Secondary PE(s) | SEPs                                                      | CCCs                                |
|-----|-----------------------------|--------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| 46  | pH                          | HS-PS1-2           | MS-PS1-2        | SEP 3 (Planning investigations); SEP 4 (Analyzing data)   | CCC 1 (Patterns)                    |
| 47  | Acid-base titration 1       | HS-PS1-2; HS-PS1-7 | MS-PS1-2        | SEP 3 (Planning investigations); SEP 5 (Mathematics)      | CCC 3 (Scale, proportion, quantity) |
| 48  | pH of strong and weak acids | HS-PS1-5           | MS-PS1-2        | SEP 4 (Analyzing data); SEP 6 (Constructing explanations) | CCC 1 (Patterns)                    |
| 49  | Using pH indicators         | HS-PS1-2           | MS-PS1-2        | SEP 4 (Analyzing data)                                    | CCC 1 (Patterns)                    |
| 50  | Conductivity and pH         | HS-PS1-2           | MS-PS1-2        | SEP 4 (Analyzing data)                                    | CCC 2 (Cause and effect)            |
| 51  | Stoichiometry               | HS-PS1-7           | MS-PS1-5        | SEP 5 (Mathematics); SEP 6 (Constructing explanations)    | CCC 5 (Energy and matter)           |



|    |                       |                    |          |                                                      |                           |
|----|-----------------------|--------------------|----------|------------------------------------------------------|---------------------------|
| 52 | Acid-base titration 2 | HS-PS1-2; HS-PS1-7 | MS-PS1-2 | SEP 3 (Planning investigations); SEP 5 (Mathematics) | CCC 5 (Energy and matter) |
|----|-----------------------|--------------------|----------|------------------------------------------------------|---------------------------|

## Gases

| Lab | Lab Name                                                   | Primary PE(s)      | Secondary PE(s) | SEPs                                        | CCCs                                        |
|-----|------------------------------------------------------------|--------------------|-----------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|
| 53  | The pressure of gases                                      | HS-PS1-3; HS-PS3-2 | MS-PS1-4        | SEP 4 (Analyzing data); SEP 5 (Mathematics) | CCC 5 (Energy and matter)                   |
| 54  | The relationship between volume and pressure of a gas 1    | HS-PS3-2           | MS-PS1-4        | SEP 4 (Analyzing data); SEP 5 (Mathematics) | CCC 1 (Patterns); CCC 5 (Energy and matter) |
| 55  | The relationship between volume and pressure of a gas 2    | HS-PS3-2           | MS-PS1-4        | SEP 4 (Analyzing data); SEP 5 (Mathematics) | CCC 1 (Patterns); CCC 5 (Energy and matter) |
| 56  | The relationship between a gas' temperature and its volume | HS-PS3-2           | MS-PS1-4        | SEP 4 (Analyzing data); SEP 5 (Mathematics) | CCC 1 (Patterns); CCC 5 (Energy and matter) |
| 57  | The relationship between gas solubility and temperature    | HS-PS1-5; HS-PS3-2 | MS-PS1-4        | SEP 4 (Analyzing data)                      | CCC 1 (Patterns); CCC 5 (Energy and matter) |

## Kinetics and Thermodynamics

| Lab | Lab Name                                            | Primary PE(s)      | Secondary PE(s) | SEPs                                                               | CCCs                                                    |
|-----|-----------------------------------------------------|--------------------|-----------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| 59  | Reaction rate and enthalpy                          | HS-PS1-4; HS-PS1-5 | MS-PS1-6        | SEP 3 (Planning investigations); SEP 6 (Constructing explanations) | CCC 5 (Energy and matter); CCC 7 (Stability and change) |
| 60  | Reaction rate between molecules                     | HS-PS1-5           | MS-PS1-2        | SEP 2 (Developing models); SEP 4 (Analyzing data)                  | CCC 2 (Cause and effect)                                |
| 61  | The influence of contact surface on reaction rate 1 | HS-PS1-5           | MS-PS1-2        | SEP 3 (Planning investigations); SEP 4 (Analyzing data)            | CCC 2 (Cause and effect)                                |
| 62  | The influence of contact surface on reaction rate 2 | HS-PS1-5           | MS-PS1-2        | SEP 3 (Planning investigations); SEP 4 (Analyzing data)            | CCC 2 (Cause and effect)                                |
| 63  | The influence of concentration on                   | HS-PS1-5           | MS-PS1-2        | SEP 3 (Planning investigations); SEP                               | CCC 2 (Cause and effect)                                |



|    |                                                   |          |                    |                                                                    |                                                         |
|----|---------------------------------------------------|----------|--------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
|    | reaction rate 1                                   |          |                    | 4 (Analyzing data)                                                 |                                                         |
| 64 | The influence of concentration on reaction rate 2 | HS-PS1-5 | MS-PS1-2           | SEP 3 (Planning investigations); SEP 4 (Analyzing data)            | CCC 2 (Cause and effect)                                |
| 65 | Hess's Law                                        | HS-PS1-4 | MS-PS1-6           | SEP 5 (Mathematics); SEP 6 (Constructing explanations)             | CCC 5 (Energy and matter)                               |
| 66 | Endothermic & exothermic reactions                | HS-PS1-4 | MS-PS1-6           | SEP 3 (Planning investigations); SEP 6 (Constructing explanations) | CCC 5 (Energy and matter)                               |
| 67 | Specific heat capacity                            | HS-PS3-4 | MS-PS3-3; MS-PS3-4 | SEP 5 (Mathematics)                                                | CCC 5 (Energy and matter); CCC 7 (Stability and change) |

## Chemical Equilibrium

| Lab | Lab Name                                       | Primary PE(s) | Secondary PE(s) | SEPs                                                                        | CCCs                                                   |
|-----|------------------------------------------------|---------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| 70  | The qualitative aspect of chemical equilibrium | HS-PS1-6      | —               | SEP 2 (Developing models); SEP 6 (Constructing explanations)                | CCC 7 (Stability and change)                           |
| 71  | Le Chatelier's principle                       | HS-PS1-6      | —               | SEP 3 (Planning investigations); SEP 7 (Engaging in argument from evidence) | CCC 2 (Cause and effect); CCC 7 (Stability and change) |

## Electrochemistry

| Lab | Lab Name           | Primary PE(s)      | Secondary PE(s) | SEPs                                                               | CCCs                      |
|-----|--------------------|--------------------|-----------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| 72  | Water electrolysis | HS-PS1-2; HS-PS3-1 | MS-PS1-2        | SEP 3 (Planning investigations); SEP 6 (Constructing explanations) | CCC 5 (Energy and matter) |
| 73  | Conductivity       | HS-PS1-2; HS-PS3-3 | MS-PS1-2        | SEP 4 (Analyzing data)                                             | CCC 2 (Cause and effect)  |

## Electricity

| Lab | Lab Name           | Primary PE(s) | Secondary PE(s) | SEPs                              | CCCs                           |
|-----|--------------------|---------------|-----------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| 74  | Reading a resistor | HS-PS3-3      | MS-PS3-3        | SEP 8 (Communicating information) | CCC 6 (Structure and function) |



|     |                                               |                    |                    |                                                            |                                                                   |
|-----|-----------------------------------------------|--------------------|--------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 75  | Electrical circuit assembly                   | HS-PS3-3           | MS-PS3-3           | SEP 2 (Developing models); SEP 3 (Planning investigations) | CCC 4 (Systems and system models)                                 |
| 76  | Assembling an electrical circuit in parallel  | HS-PS3-3           | MS-PS3-3           | SEP 2 (Developing models); SEP 3 (Planning investigations) | CCC 4 (Systems and system models)                                 |
| 77  | Impact of current on the brightness of a lamp | HS-PS3-3           | MS-PS3-3           | SEP 4 (Analyzing data)                                     | CCC 2 (Cause and effect); CCC 5 (Energy and matter)               |
| 78  | Static electricity                            | HS-PS2-4           | MS-PS2-3           | SEP 2 (Developing models); SEP 3 (Planning investigations) | CCC 2 (Cause and effect)                                          |
| 79  | Magnetic fields                               | HS-PS2-5           | MS-PS2-3; MS-PS2-5 | SEP 2 (Developing models); SEP 3 (Planning investigations) | CCC 2 (Cause and effect); CCC 6 (Structure and function)          |
| 80  | Solenoids                                     | HS-PS2-5; HS-PS3-5 | MS-PS2-3           | SEP 2 (Developing models); SEP 3 (Planning investigations) | CCC 4 (Systems and system models); CCC 6 (Structure and function) |
| 81  | Energy efficiency                             | HS-PS3-3           | MS-PS3-3           | SEP 4 (Analyzing data); SEP 6 (Constructing explanations)  | CCC 5 (Energy and matter)                                         |
| 110 | Kirchhoff law                                 | HS-PS3-3           | MS-PS3-3           | SEP 5 (Mathematics); SEP 6 (Constructing explanations)     | CCC 4 (Systems and system models); CCC 5 (Energy and matter)      |

## Physics (Mechanics)

| Lab | Lab Name                                 | Primary PE(s)      | Secondary PE(s)    | SEPs                                        | CCCs                      |
|-----|------------------------------------------|--------------------|--------------------|---------------------------------------------|---------------------------|
| 82  | Effective force                          | HS-PS2-1           | MS-PS2-2           | SEP 4 (Analyzing data); SEP 5 (Mathematics) | CCC 2 (Cause and effect)  |
| 83  | The mechanical energy of a moving object | HS-PS3-1; HS-PS3-2 | MS-PS3-1; MS-PS3-5 | SEP 4 (Analyzing data); SEP 5 (Mathematics) | CCC 5 (Energy and matter) |
| 84  | Constant acceleration                    | HS-PS2-1           | MS-PS2-2           | SEP 4 (Analyzing data); SEP 5               | CCC 1 (Patterns)          |



|     |                                                                              |                     |          |                                                              |                                                                   |
|-----|------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
|     |                                                                              |                     |          | (Mathematics)                                                |                                                                   |
| 85  | The relationship between the deformation of a spring and the restoring force | HS-PS2-1            | MS-PS2-2 | SEP 4 (Analyzing data); SEP 5 (Mathematics)                  | CCC 1 (Patterns); CCC 2 (Cause and effect)                        |
| 86  | The operation of a hoist                                                     | HS-PS3-3            | MS-PS3-5 | SEP 2 (Developing models); SEP 6 (Constructing explanations) | CCC 4 (Systems and system models); CCC 5 (Energy and matter)      |
| 87  | Mechanical advantage in theater stage design                                 | HS-PS3-3; HS-ETS1-2 | MS-PS3-5 | SEP 2 (Developing models); SEP 6 (Constructing explanations) | CCC 4 (Systems and system models); CCC 6 (Structure and function) |
| 88  | The relationship between the resultant force and acceleration                | HS-PS2-1            | MS-PS2-2 | SEP 4 (Analyzing data); SEP 5 (Mathematics)                  | CCC 1 (Patterns); CCC 3 (Scale, proportion, quantity)             |
| 91  | Kinetic energy                                                               | HS-PS2-1            | MS-PS2-2 | SEP 4 (Analyzing data); SEP 5 (Mathematics)                  | CCC 1 (Patterns); CCC 3 (Scale, proportion, quantity)             |
| 92  | Reverse bungee (TBD 2026)                                                    | HS-PS2-1; HS-PS3-2  | MS-PS3-5 | SEP 2 (Developing models); SEP 4 (Analyzing data)            | CCC 5 (Energy and matter)                                         |
| 106 | Rolling motion on inclined ramps                                             | HS-PS2-1; HS-PS3-2  | MS-PS2-2 | SEP 4 (Analyzing data); SEP 5 (Mathematics)                  | CCC 5 (Energy and matter)                                         |

## B. NGSS Mapping (in order of NGSS Performance Expectation)

The same lab-to-PE links above, organized by PE code, give a teacher who's lesson-planning around a specific NGSS standard a one-stop list of relevant Proteus labs.

### Middle School — Physical Sciences

| PE Code  | Performance Expectation (paraphrased)             | Proteus Labs                                                |
|----------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| MS-PS1-1 | Develop models of atoms and molecules             | 3, 10, 11, 12, 41, 43                                       |
| MS-PS1-2 | Analyze and interpret data on chemical properties | 6, 7, 12, 14, 15, 40, 46, 47, 48, 49, 50, 52, 60-64, 72, 73 |



|          |                                                 |                                  |
|----------|-------------------------------------------------|----------------------------------|
| MS-PS1-3 | Synthetic materials from natural resources      | 2                                |
| MS-PS1-4 | Develop models predicting state changes         | 8, 9, 38, 39, 53, 54, 55, 56, 57 |
| MS-PS1-5 | Conservation of mass in reactions               | 16, 51                           |
| MS-PS1-6 | Design devices using endo/exothermic reactions  | 59, 65, 66                       |
| MS-PS1-7 | Engineering: measurement and tools              | 1                                |
| MS-PS2-2 | Forces and motion                               | 82, 84, 85, 88, 91, 106          |
| MS-PS2-3 | Electric and magnetic forces                    | 78, 79, 80                       |
| MS-PS2-5 | Fields between objects                          | 79                               |
| MS-PS3-1 | Kinetic energy and mass/speed                   | 83                               |
| MS-PS3-3 | Thermal energy transfer                         | 67, 74, 75, 76, 77, 81, 110      |
| MS-PS3-4 | Plan investigations on temperature/mass changes | 67                               |
| MS-PS3-5 | Energy transfer in collisions                   | 83, 86, 87, 92                   |

## Middle School — Life Sciences

| PE Code  | Performance Expectation (paraphrased)          | Proteus Labs   |
|----------|------------------------------------------------|----------------|
| MS-LS1-1 | Cells as basic unit of life                    | 24, 25, 31, 32 |
| MS-LS1-2 | Develop models of cell parts                   | 21, 24, 25     |
| MS-LS1-3 | Organism body systems                          | 4, 23          |
| MS-LS1-5 | Environmental and genetic factors on growth    | 27             |
| MS-LS1-7 | Food rearranged through chemical reactions     | 13, 28, 29     |
| MS-LS2-1 | Resource availability and organism populations | 30, 33         |
| MS-LS3-1 | DNA as the source of genetic information       | 26             |



## Middle School — Earth and Space Sciences

| PE Code   | Performance Expectation (paraphrased)         | Proteus Labs |
|-----------|-----------------------------------------------|--------------|
| MS-ESS3-3 | Method to monitor human impact on environment | 30           |

## High School — Physical Sciences

| PE Code  | Performance Expectation (paraphrased)    | Proteus Labs                           |
|----------|------------------------------------------|----------------------------------------|
| HS-PS1-1 | Periodic table predicts properties       | 5, 15                                  |
| HS-PS1-2 | Outcomes of simple chemical reactions    | 14, 15, 40, 46, 47, 49, 50, 52, 72, 73 |
| HS-PS1-3 | Investigate substance properties         | 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 38, 53   |
| HS-PS1-4 | Energy changes in chemical bonds         | 59, 65, 66                             |
| HS-PS1-5 | Concentration and rate of reaction       | 39, 48, 57, 59, 60-64                  |
| HS-PS1-6 | Equilibrium and Le Chatelier             | 70, 71                                 |
| HS-PS1-7 | Mass conservation in reactions           | 16, 41, 43, 47, 51, 52                 |
| HS-PS2-1 | Newton's second law, $F=ma$              | 82, 84, 85, 88, 91, 92, 106            |
| HS-PS2-4 | Coulomb's law and charges                | 78                                     |
| HS-PS2-5 | Electric current produces magnetic field | 79, 80                                 |
| HS-PS3-1 | Energy transfer model                    | 72, 83                                 |
| HS-PS3-2 | Energy at macroscopic vs molecular scale | 53, 54, 55, 56, 57, 83, 92, 106        |
| HS-PS3-3 | Energy conversion devices                | 73, 74, 75, 76, 77, 81, 86, 87, 110    |
| HS-PS3-4 | Calorimetry / thermal equilibrium        | 67                                     |
| HS-PS3-5 | Forces between objects at distance       | 80                                     |
| HS-PS4-3 | Wave / particle nature of EM radiation   | 5                                      |

## High School — Life Sciences

| PE Code  | Performance Expectation (paraphrased)     | Proteus Labs      |
|----------|-------------------------------------------|-------------------|
| HS-LS1-2 | Hierarchical organization of body systems | 4, 21, 23, 24, 25 |
| HS-LS1-3 | Feedback maintains homeostasis            | 4                 |
| HS-LS1-5 | Photosynthesis                            | 27                |
| HS-LS1-6 | Carbon-based molecules in living systems  | 13, 29            |
| HS-LS1-7 | Cellular respiration                      | 28                |
| HS-LS2-  | Reduce impact of human activities on      | 30, 33            |



|          |                     |    |
|----------|---------------------|----|
| 7        | biodiversity        |    |
| HS-LS3-1 | DNA and inheritance | 26 |

## High School — Earth and Space / Engineering

| PE Code   | Performance Expectation (paraphrased)         | Proteus Labs |
|-----------|-----------------------------------------------|--------------|
| HS-ESS3-3 | Sustainability and biodiversity               | 30           |
| HS-ESS3-4 | Reduce impact of human activities             | 14, 30       |
| HS-ETS1-1 | Engineering design — define problems          | 1, 2, 34, 42 |
| HS-ETS1-2 | Break problems into smaller solvable problems | 87           |



## NGSS Codes Legend

**Performance Expectation (PE) format:** *[HS|MS]-[discipline][topic]-[number]*

- HS = high school grades 9–12; MS = middle school grades 6–8
- Disciplines: **PS** = Physical Sciences; **LS** = Life Sciences; **ESS** = Earth and Space Sciences; **ETS** = Engineering, Technology, and Applications of Science
- Topic number identifies the DCI within that discipline (PS1 = Matter and Its Interactions; PS2 = Motion and Stability; PS3 = Energy; PS4 = Waves; LS1 = From Molecules to Organisms; LS2 = Ecosystems; LS3 = Heredity; LS4 = Biological Evolution; ESS1 = Earth’s Place in the Universe; ESS2 = Earth’s Systems; ESS3 = Earth and Human Activity; ETS1 = Engineering Design)
- The final number identifies the specific PE within the topic

### **Science and Engineering Practices (8 SEPs):**

1. Asking questions (science) and defining problems (engineering)
2. Developing and using models
3. Planning and carrying out investigations
4. Analyzing and interpreting data
5. Using mathematics and computational thinking
6. Constructing explanations (science) and designing solutions (engineering)
7. Engaging in argument from evidence
8. Obtaining, evaluating, and communicating information

### **Crosscutting Concepts (7 CCCs):**

1. Patterns
2. Cause and effect: mechanism and explanation
3. Scale, proportion, and quantity
4. Systems and system models
5. Energy and matter: flows, cycles, and conservation
6. Structure and function
7. Stability and change



## TUTORIALS



# 001 — Tutorial de balance

|                            |                                  |
|----------------------------|----------------------------------|
| <b>IB Programme</b>        | Chemistry — Measurement skills   |
| <b>Secondary Programme</b> | DP Chemistry                     |
| <b>NGSS (HS)</b>           | HS-ETS1-1 · SEP 3, SEP 5 · CCC 3 |
| <b>NGSS (MS)</b>           | MS-PS1-7                         |
| <b>Summary</b>             | Mass measurement and precision   |



## DESCRIPCIÓN GENERAL

La balanza granataria de tres brazos es uno de los instrumentos más antiguos que aún se utilizan a diario en los laboratorios, y uno de los más confiables: compara la masa desconocida en su platillo con masas estándar deslizantes en tres brazos graduados, utilizando únicamente el principio de palanca. Debido a que compara masas en lugar de medir una fuerza, su lectura no depende de la intensidad de la gravedad y no necesita pilas ni curva de calibración, solo un platillo limpio y un indicador debidamente en cero. El pesaje es la operación más común en la ciencia experimental, y casi todos los laboratorios cuantitativos de este catálogo comienzan con él. En este tutorial, aprenderá la rutina completa de pesaje en una balanza granataria de tres brazos: poner a cero y calibrar el instrumento, pesar un sólido en piezas enteras (cintas de magnesio) y un sólido en forma de polvo (óxido de magnesio), y obtener la masa de cada sustancia por sustracción —pesando primero la barquilla vacía, de modo que la masa del recipiente se elimine del resultado.

## OBJETIVOS

- Funcionamiento de la balanza granataria de tres brazos
- Técnica de pesaje
- Comprender la precisión
- Hábitos de laboratorio

Página del laboratorio: [proteus-vr.com/es/laboratorios/tutorial-de-equilibrio/](https://proteus-vr.com/es/laboratorios/tutorial-de-equilibrio/)

## 002 — Tutorial de introducción

|                            |                                                           |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------|
| <b>IB Programme</b>        | Chemistry — Foundational skills / Nature of Science       |
| <b>Secondary Programme</b> | DP Chemistry                                              |
| <b>NGSS (HS)</b>           | HS-ETS1-1; HS-PS1-3 · SEP 3 · CCC 1, CCC 6                |
| <b>NGSS (MS)</b>           | MS-PS1-3                                                  |
| <b>Summary</b>             | Virtual lab orientation and personal protective equipment |



### DESCRIPCIÓN GENERAL

Cada laboratorio de este catálogo funciona dentro del mismo entorno virtual, y este tutorial es el lugar donde se aprenden sus hábitos. La simulación inmersiva es ahora una herramienta de formación estándar en la educación científica por la misma razón que los simuladores de vuelo son estándar en la aviación: el estudiante practica procedimientos reales —colocarse el equipo de protección, pesar, medir volúmenes, probar el pH— sin ninguno de los riesgos de los productos químicos reales y con la libertad de reiniciar en cualquier momento. Las técnicas en sí mismas son las reales: una balanza electrónica se tara antes de usarse, un volumen se lee en la parte inferior del menisco, el pH de una solución se juzga comparando el color de un indicador con una tabla. En este tutorial, aprenderá a moverse e interactuar en el laboratorio virtual mediante el seguimiento de manos o mandos, a ponerse el equipo de protección personal y, a continuación, a asumir cuatro breves desafíos: pesar un sólido en polvo en la balanza electrónica, medir un volumen de líquido con una probeta graduada, preparar una solución a partir de una muestra sólida y comprobar su pH con un indicador, y finalmente revisar y enviar sus resultados desde la tableta.

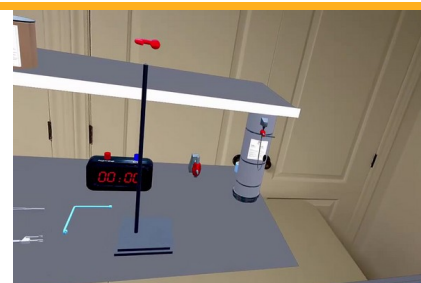
### OBJETIVOS

- Familiarización con el entorno virtual
- Uso de equipo de protección
- Medición de sustancias
- Experimentación química básica
- Análisis y comunicación de resultados

Página del laboratorio: [proteus-vr.com/es/laboratorios/introduccion-tutorial/](https://proteus-vr.com/es/laboratorios/introduccion-tutorial/)

## 003 — Tutorial de Volumen

|                            |                                   |
|----------------------------|-----------------------------------|
| <b>IB Programme</b>        | Chemistry — Measurement of matter |
| <b>Secondary Programme</b> | DP Chemistry / DP Physics         |
| <b>NGSS (HS)</b>           | HS-PS1-3 · SEP 3, SEP 5 · CCC 3   |
| <b>NGSS (MS)</b>           | MS-PS1-1                          |
| <b>Summary</b>             | Volume measurement across states  |



### DESCRIPCIÓN GENERAL

El volumen se mide de manera diferente para cada estado de la materia, y este tutorial enseña las tres técnicas en una sola sesión. Un líquido se puede verter en una probeta graduada y leer directamente, siempre y cuando la lectura se tome en la base del menisco, la curva que la tensión superficial del líquido forma contra el vidrio. Un sólido, especialmente uno irregular que ninguna regla puede capturar, se mide por desplazamiento: sumergido en un vaso desbordante lleno hasta el borde, empuja exactamente su propio volumen de agua, que se recoge y se lee en una probeta. Un gas se mide dejando que desplace agua de una bureta invertida y llena de agua: las burbujas de gas suben, el nivel del agua baja y las graduaciones registran cuánto espacio ha ocupado el gas. En este tutorial, medirá 70 mL de agua en una probeta graduada, determinará el volumen de cinco piezas de plomo con el vaso desbordante y recolectará un gas sobre agua en una bureta mientras un cronómetro y el gráfico de volumen frente al tiempo de la tableta registran el flujo.

### OBJETIVOS

- Técnica de medición para cada estado de la materia
- Aplicación de principios físicos
- Manejo de instrumentos
- Lectura y grabación

Página del laboratorio: [proteus-vr.com/es/laboratorios/tutorial-de-volumen/](https://proteus-vr.com/es/laboratorios/tutorial-de-volumen/)

## 034 — Introducción a la seguridad en el laboratorio

|                            |                                        |
|----------------------------|----------------------------------------|
| <b>IB Programme</b>        | Chemistry — Laboratory safety & ethics |
| <b>Secondary Programme</b> | DP Chemistry                           |
| <b>NGSS (HS)</b>           | HS-ETS1-1 · SEP 1, SEP 8 · CCC 6       |
| <b>NGSS (MS)</b>           | —                                      |
| <b>Summary</b>             | Laboratory safety and risk awareness   |



### DESCRIPCIÓN GENERAL

La seguridad en el laboratorio es el conjunto de prácticas que hace posible el trabajo experimental. En un laboratorio de investigación, industrial o docente, cada procedimiento va precedido de una evaluación de lo que podría salir mal y de la elección de equipos y comportamientos que eviten que un incidente previsible se convierta en una lesión. Un laboratorio escolar contiene llamas abiertas, superficies calientes, instrumentos conectados a la red eléctrica, sustancias corrosivas y inflamables y material de vidrio frágil, y cada uno de estos peligros se gestiona mediante una combinación específica de tres cosas: equipo de protección que se lleva puesto en el cuerpo, un procedimiento que se sigue en un orden determinado y un dispositivo de emergencia cuya ubicación se conoce antes de necesitarlo.

Dos de esos peligros se hacen explícitos aquí, y se comportan de manera muy diferente. La llama de un mechero Bunsen libera la energía química de un hidrocarburo a una temperatura cercana a los 1500 °C y se anuncia a sí misma: es luminosa, es ruidosa y es inequívoca. Una placa calefactora a 100 °C es totalmente capaz de causar una quemadura y no anuncia absolutamente nada, porque una superficie no empieza a brillar en el rango visible hasta aproximadamente los 500 °C. La energía sigue saliendo de la placa —como una columna ascendente de aire caliente y como radiación infrarroja cuya longitud de onda máxima se encuentra muy fuera del rango que el ojo puede detectar—, por lo que el peligro debe deducirse de la propia lectura del instrumento y del procedimiento en lugar de verse. Aprender a tratar una superficie sin marcar como peligrosa es el hábito más transferible de esta actividad.

En este laboratorio se pondrá el equipo de protección adecuado para la tarea, se utilizará un puntero láser para localizar y nombrar el equipo de emergencia de la sala, y luego se observarán a su vez las dos fuentes de calor: la llama de un mechero Bunsen y la superficie de una placa calefactora llevada a 100 °C y luego apagada. No se recogen mediciones ni se consume ninguna sustancia. El producto del ejercicio es un conjunto de comportamientos, un vocabulario y un mapa mental de la sala, todo lo cual cualquier laboratorio posterior da por sentado que el estudiante ya posee.

### OBJETIVOS

- Selección y uso de equipos de protección personal
- Ubicación y propósito del equipo de emergencia
- Manejo seguro de fuentes de calor
- Reconocimiento de un peligro que no emite señal visual
- Normas de laboratorio y conducta personal
- Traslado a otros entornos de laboratorio

Página del laboratorio: [proteus-vr.com/es/laboratorios/034-seguridad-de-laboratorio/](https://proteus-vr.com/es/laboratorios/034-seguridad-de-laboratorio/)



## 042 — Introducción a los instrumentos de laboratorio

|                            |                                     |
|----------------------------|-------------------------------------|
| <b>IB Programme</b>        | Chemistry — Experimental techniques |
| <b>Secondary Programme</b> | DP Chemistry                        |
| <b>NGSS (HS)</b>           | HS-ETS1-1 · SEP 3, SEP 8 · CCC 6    |
| <b>NGSS (MS)</b>           | —                                   |
| <b>Summary</b>             | Identification and use of equipment |



### DESCRIPCIÓN GENERAL

Cada resultado experimental comienza con la elección de un instrumento. Una mesa de laboratorio alberga material de vidrio que parece intercambiable pero no lo es: un vaso de precipitados y un matraz aforado pueden contener ambos 100 mL, sin embargo, uno lleva graduaciones por conveniencia, mientras que el otro está calibrado para un único volumen dentro de una décima de mililitro. Saber cuál es cuál, y manipular cada uno correctamente, es la diferencia entre una medición y una suposición. En un laboratorio en funcionamiento, es también la diferencia entre una sesión rutinaria y una bureta rota, un reactivo derramado o una quemadura química, razón por la cual la práctica profesional antepone la familiaridad con el equipo a cualquier procedimiento.

El principio subyacente a la distinción es simple y cuantitativo: cada instrumento tiene una tolerancia, y la tolerancia del instrumento menos preciso utilizado en un procedimiento determina la precisión del resultado final. Los instrumentos también se clasifican de forma natural por su propósito en lugar de por su apariencia: algunos miden una cantidad, algunos solo contienen un líquido, algunos lo transfieren, algunos sostienen otros equipos de manera estable y algunos detectan una propiedad física electrónicamente. Aprenderlos por su función es mucho más útil que memorizar una lista de nombres, porque es la función la que decide qué instrumento requiere un experimento determinado.

Este laboratorio no tiene ninguna reacción que realizar ni datos que recopilar. Trabajarás en la mesa de trabajo de forma sistemática, localizando y recogiendo cada objeto a su vez: el frasco lavador, la probeta graduada, el vaso de precipitados, el matraz Erlenmeyer, el matraz aforado, el tubo de ensayo, el gotero, la espátula, las pinzas, el termómetro, el medidor de pH, la varilla de vidrio, la pinza universal, la regla, el transportador, el recipiente de ácido, el cronómetro, la pipeta, la barqueta de pesaje, la bureta y el embudo, terminando por colocar una barra de agitación magnética en el vaso de precipitados y la tapa en el calorímetro. El objetivo es el reconocimiento y el manejo correcto, para que cada laboratorio posterior pueda centrarse en la ciencia en lugar de en el equipo.

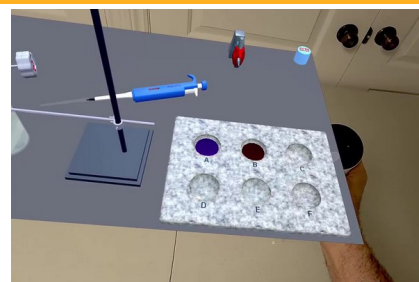
### OBJETIVOS

- Reconocimiento del inventario del banco estándar
- Clasificación por función
- Comprender la precisión y la tolerancia
- Manejo correcto de equipos frágiles y precisos
- Manipulación segura de un reactivo corrosivo
- Organización del espacio de trabajo

Página del laboratorio: [proteus-vr.com/es/laboratorios/042-introduccion-a-los-instrumentos/](https://proteus-vr.com/es/laboratorios/042-introduccion-a-los-instrumentos/)

## 004 — Ósmosis

|                            |                                                  |
|----------------------------|--------------------------------------------------|
| <b>IB Programme</b>        | Biology — Cells and diffusion                    |
| <b>Secondary Programme</b> | DP Biology                                       |
| <b>Syllabus Reference</b>  | Membrane transport, cell structure               |
| <b>NGSS (HS)</b>           | HS-LS1-2; HS-LS1-3 · SEP 2, SEP 4 · CCC 4, CCC 7 |
| <b>NGSS (MS)</b>           | MS-LS1-3                                         |
| <b>Summary</b>             | Diffusion and osmosis demonstration              |



### DESCRIPCIÓN GENERAL

Cada célula viva está rodeada por una membrana que deja pasar algunas sustancias y retiene otras. Esa selectividad es lo que permite a una célula conservar sus proteínas y azúcares mientras sigue intercambiando agua, sales y nutrientes con su entorno. El mismo principio se utiliza industrialmente en la purificación de agua y, de forma más familiar, en la diálisis renal, donde una máquina realiza la filtración que un riñón enfermo ya no puede hacer.

Una membrana de este tipo se describe como selectivamente permeable: está perforada por poros de un tamaño determinado, y el que una sustancia disuelta pueda cruzar depende principalmente de cuán grandes sean sus moléculas. Las moléculas pequeñas y los iones pasan fácilmente y se dispersan por difusión, moviéndose desde donde están concentradas hasta donde están diluidas hasta que se distribuyen uniformemente. Las moléculas grandes son simplemente demasiado grandes para caber y se quedan donde están. El agua misma cruza libremente en ambas direcciones, y su movimiento neto hacia el lado más concentrado es lo que propiamente se llama ósmosis.

En este laboratorio llenará una bolsa de diálisis con una mezcla de tres sustancias de tamaños moleculares muy diferentes —almidón, cloruro de sodio y glucosa— y la suspenderá en un vaso de precipitados con agua destilada. Una vez que se haya dejado que el sistema realice el intercambio, analizará tanto el agua que rodea la bolsa como el contenido de la bolsa misma para comprobar la presencia de las tres sustancias, utilizando una prueba química específica para cada una. Al comparar qué sustancias aparecen fuera de la bolsa y cuáles no, establecerá el límite de tamaño de la membrana sin necesidad de medir ningún poro.

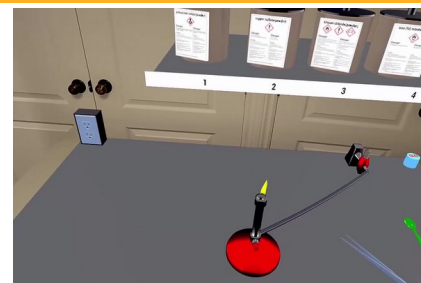
### OBJETIVOS

- Familiarización con el entorno del laboratorio
- Uso de equipo de protección
- Montaje y manipulación de una membrana de diálisis
- Transferencia precisa de pequeños volúmenes
- Realización de tres pruebas químicas específicas
- Diferenciar la difusión de la ósmosis
- Razonamiento a partir de una medición indirecta

Página del laboratorio: [proteus-vr.com/es/laboratorios/osmosis/](https://proteus-vr.com/es/laboratorios/osmosis/)

## 005 — Identificación de elementos a través de llamas brillantes

|                            |                                           |
|----------------------------|-------------------------------------------|
| <b>IB Programme</b>        | Chemistry — Atomic structure              |
| <b>Secondary Programme</b> | DP Chemistry                              |
| <b>Syllabus Reference</b>  | The nuclear atom, periodic table          |
| <b>NGSS (HS)</b>           | HS-PS1-1; HS-PS4-3 · SEP 4, SEP 8 · CCC 1 |
| <b>NGSS (MS)</b>           | MS-PS1-1                                  |
| <b>Summary</b>             | Flame tests and element identification    |



### DESCRIPCIÓN GENERAL

Cada elemento, cuando sus átomos reciben suficiente energía, emite luz en un conjunto de longitudes de onda que le es exclusivo. Ese hecho sustenta una cantidad sorprendente de ciencia moderna: es así como se determina la composición de las estrellas sin salir de la Tierra, cómo se descubrió el helio en el espectro del Sol décadas antes de que fuera hallado en nuestro propio planeta, y cómo se mide hoy la contaminación por metales en el agua potable y en los efluentes industriales.

La prueba de la llama es la aplicación más antigua y sencilla del principio. Calentar una sal metálica en la llama de un mechero suministra energía a los electrones más externos del metal, elevándolos a orbitales de mayor energía. El estado excitado es inestable y, en cuestión de nanosegundos, el electrón vuelve a caer, liberando la diferencia de energía en forma de un solo fotón. Debido a que los niveles de energía permitidos de un átomo son fijos y característicos, la energía del fotón —y, por lo tanto, el color de la luz— es una firma del elemento que lo produjo.

En este laboratorio calentarás cuatro sustancias no identificadas sucesivamente e identificarás cada una por el color que imparte a la llama. La prueba es rápida, no requiere prácticamente ningún equipo y, para un puñado de metales, es completamente concluyente. También conocerás sus limitaciones, que son tan instructivas como sus éxitos.

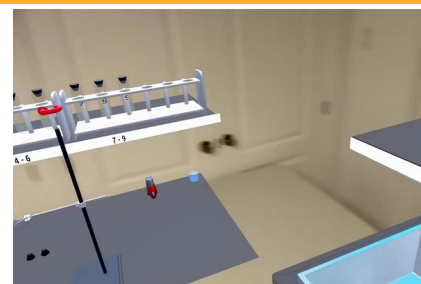
### OBJETIVOS

- Familiarización con el entorno del laboratorio
- Uso de equipo de protección y manejo seguro de una llama abierta
- Correcta ejecución de una prueba de llama
- Interpretación de un color de emisión como evidencia
- Relación entre el color y la estructura atómica
- Reconocer las limitaciones de un método cualitativo

Página del laboratorio: [proteus-vr.com/es/laboratorios/identificacion-de-elementos-mediante-llamas-luminosas/](https://proteus-vr.com/es/laboratorios/identificacion-de-elementos-mediante-llamas-luminosas/)

## 006 — Identificación de Gases

|                            |                                        |
|----------------------------|----------------------------------------|
| <b>IB Programme</b>        | Chemistry — States of matter           |
| <b>Secondary Programme</b> | DP Chemistry                           |
| <b>Syllabus Reference</b>  | Ideal gases, gas laws                  |
| <b>NGSS (HS)</b>           | HS-PS1-3 · SEP 4, SEP 6 · CCC 1, CCC 6 |
| <b>NGSS (MS)</b>           | MS-PS1-2                               |
| <b>Summary</b>             | Chemical reactions and gas recognition |



### DESCRIPCIÓN GENERAL

Identificar un gas es uno de los problemas más antiguos de la química, y sigue siendo actual: las cuadrillas de mineros y túneles prueban el aire antes de entrar, los cerveceros y vinicultores monitorean el dióxido de carbono que producen sus fermentaciones, y los hospitales verifican el contenido de cada línea de gas antes de que llegue a un paciente. La mayoría de los gases son incoloros e inodoros, por lo que la apariencia no sirve de ayuda; un gas debe identificarse por cómo se comporta.

Tres pruebas clásicas, juntas, distinguen los gases de laboratorio más comunes. Una astilla encendida comprueba si el gas es inflamable por sí mismo: el hidrógeno se enciende con un chasquido agudo, mientras que el dióxido de carbono ahoga la llama. Una astilla incandescente comprueba si el gas favorece la combustión mejor que el aire: solo el oxígeno reaviva las brasas. Y el agua de cal —una solución saturada de hidróxido de calcio— detecta específicamente el dióxido de carbono, volviéndose lechosa al formarse carbonato de calcio insoluble. Ninguna prueba por sí sola es concluyente, pero el patrón de los tres resultados es exclusivo de cada gas.

En este laboratorio aplicará las tres pruebas a tres gases desconocidos, cada uno suministrado en tres tubos de ensayo tapados, registrará el resultado de cada ensayo y deducirá la identidad de cada gas a partir de la evidencia combinada.

### OBJETIVOS

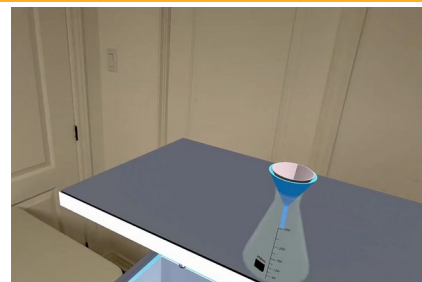
- Familiarización con el entorno del laboratorio
- Manipulación segura de gases y llamas abiertas
- Correcta ejecución de las tres pruebas clásicas de gases
- Observación sistemática y deducción
- Conectando las observaciones con las propiedades químicas

Página del laboratorio: [proteus-vr.com/es/laboratorios/identificacion-de-gas/](https://proteus-vr.com/es/laboratorios/identificacion-de-gas/)



## 007 — Separación de Productos Sólidos y Líquidos

|                            |                                              |
|----------------------------|----------------------------------------------|
| <b>IB Programme</b>        | Chemistry — States & Properties of Matter    |
| <b>Secondary Programme</b> | DP Chemistry                                 |
| <b>Syllabus Reference</b>  | Structure 1.1 – Particulate nature of matter |
| <b>NGSS (HS)</b>           | HS-PS1-3 · SEP 3 · CCC 6                     |
| <b>NGSS (MS)</b>           | MS-PS1-2                                     |
| <b>Summary</b>             | Filtration and separation techniques         |



### DESCRIPCIÓN GENERAL

Separar un sólido de un líquido se encuentra entre las operaciones más comunes en toda la química aplicada. Las plantas de tratamiento de agua dejan que los sedimentos se decanten del agua bruta antes de filtrar lo que queda; las operaciones mineras decantan y filtran volúmenes enormes para recuperar minerales valiosos; y en la industria farmacéutica, casi todas las síntesis terminan con un precipitado que debe separarse limpiamente de la solución que lo produjo. Las dos técnicas utilizadas en todas partes para esta tarea son las de este laboratorio: la decantación y la filtración.

Ambos métodos aprovechan las diferencias físicas entre las fases de una mezcla heterogénea, por lo que ninguno de ellos altera la identidad química de ningún componente. La decantación se basa en la densidad: un sólido en suspensión más denso que el líquido se deposita por gravedad y, una vez que se ha acumulado en el fondo, el líquido que queda encima —el sobrenadante— puede simplemente verterse. La filtración se basa en el tamaño de las partículas: las moléculas del líquido pasan libremente a través de los poros microscópicos de un filtro de papel, mientras que las partículas sólidas, mucho más grandes, quedan retenidas.

En este laboratorio separará una mezcla de hidróxido de cobalto (II) y agua en dos etapas —primero decantando la mezcla sedimentada, luego filtrando el depósito restante— y comprobará por sí mismo por qué se utilizan ambos métodos en secuencia en lugar de por separado.

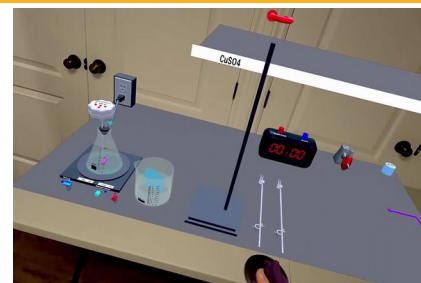
### OBJETIVOS

- Familiarización con el entorno del laboratorio
- Manipulación cuidadosa de líquidos y suspensiones
- Dominio del vocabulario de la separación
- Comprender el principio detrás de cada técnica
- Métodos de separación para la secuenciación

Página del laboratorio: [proteus-vr.com/es/laboratorios/separacion-de-productos-solidos-y-liquidos/](https://proteus-vr.com/es/laboratorios/separacion-de-productos-solidos-y-liquidos/)

# 008 — Separación de productos por punto de ebullición 1

|                            |                                                    |
|----------------------------|----------------------------------------------------|
| <b>IB Programme</b>        | Chemistry — Change, Energy                         |
| <b>Secondary Programme</b> | DP Chemistry                                       |
| <b>Syllabus Reference</b>  | Structure 1.3–1.5 – Electron configurations, gases |
| <b>NGSS (HS)</b>           | HS-PS1-3 · SEP 3, SEP 5 · CCC 5, CCC 7             |
| <b>NGSS (MS)</b>           | MS-PS1-4                                           |
| <b>Summary</b>             | Distillation and phase change observation          |



## DESCRIPCIÓN GENERAL

La destilación es la técnica de separación fundamental del mundo químico. Las refinerías la utilizan a escala colosal para dividir el petróleo crudo en combustibles, las plantas desalinizadoras la usan para obtener agua dulce del mar, y los destiladores de todas las tradiciones la han empleado durante siglos para concentrar alcohol. Siempre que dos componentes de una mezcla líquida difieran en su facilidad para vaporizarse, la destilación puede separarlos.

El principio es una diferencia en los puntos de ebullición. Cuando se calienta una solución de un sólido no volátil, solo hierve el disolvente: sus moléculas escapan en forma de vapor, mientras que el sólido disuelto, cuyo propio punto de ebullición se encuentra cientos de grados más alto, se queda atrás. Conducido y enfriado, el vapor se condensa de nuevo en líquido, ahora libre del soluto que dejó en el matraz. El calentamiento impulsa el cambio de fase de líquido a gas; el enfriamiento lo invierte; y el soluto, incapaz de realizar cualquiera de los dos trayectos, se separa de su disolvente.

En este laboratorio separará una solución de sulfato de cobre en sus dos componentes: el agua se evaporará por ebullición, se condensará en un tubo de ensayo enfriado por un baño de hielo y se recuperará como destilado, mientras que el sulfato de cobre permanecerá en el matraz Erlenmeyer como un residuo sólido. Usted mismo montará el aparato completo, controlará el calentamiento y observará ambas mitades de la separación ocurrir al mismo tiempo.

## OBJETIVOS

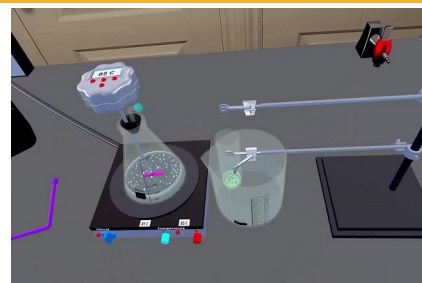
- Familiarización con el entorno del laboratorio
- Montaje de un aparato de destilación
- Calentamiento controlado de una solución
- Dominio del vocabulario de la destilación
- Comprender la física de la separación

Página del laboratorio: [proteus-vr.com/es/laboratorios/separacion-de-productos-por-punto-de-ebullicion-1/](https://proteus-vr.com/es/laboratorios/separacion-de-productos-por-punto-de-ebullicion-1/)



## 009 — Separación de productos por punto de ebullición 2

|                            |                                               |
|----------------------------|-----------------------------------------------|
| <b>IB Programme</b>        | Chemistry — Energy and Systems                |
| <b>Secondary Programme</b> | DP Chemistry                                  |
| <b>Syllabus Reference</b>  | Structure 1.5 – Ideal gases                   |
| <b>NGSS (HS)</b>           | HS-PS1-3 · SEP 3, SEP 5 · CCC 5               |
| <b>NGSS (MS)</b>           | MS-PS1-4                                      |
| <b>Summary</b>             | Two-stage distillation of an ethanol solution |



### DESCRIPCIÓN GENERAL

Cuando los dos componentes de una mezcla son líquidos, la separación se convierte en un problema más sutil que extraer un sólido del agua, y mucho más importante. La industria petroquímica se basa en ello, los destiladores de licores lo practican desde hace mil años y la química farmacéutica y de perfumes depende de ello a diario. La técnica es la destilación: aprovechar el hecho de que diferentes líquidos hierven a diferentes temperaturas.

El etanol hierve a 78,37 °C, el agua a 100 °C. Calienta una mezcla de ambos y el vapor que asciende es más rico en etanol que el líquido del que proviene, porque a cualquier temperatura el componente más volátil escapa del líquido más fácilmente. Captura y condensa ese vapor y tendrás una fracción enriquecida en etanol; sigue calentando, y una vez que el etanol se haya agotado en gran medida, la temperatura sube hasta que el agua destila a su vez. Un termómetro sigue toda la historia: las mesetas en la curva de temperatura marcan los cambios de fase, y el ascenso entre ellas señala la transición de un componente al otro.

En este laboratorio separarás una solución de etanol y agua en proporción 25% (v/v) —con una concentración similar a la de un enjuague bucal típico— mediante una destilación simple en dos etapas, recogiendo la primera fracción, rica en etanol, en un tubo de ensayo a 85 °C y el agua restante en un segundo tubo a 105 °C. Ten en cuenta que, sin una columna de fraccionamiento, la primera fracción es una mezcla enriquecida en etanol en lugar de etanol puro, por lo que la temperatura aumenta a lo largo del intervalo de etanol-agua en lugar de mantenerse a 78 °C —una limitación que observarás directamente en la curva de temperatura—.

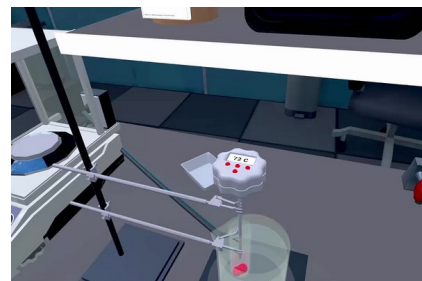
### OBJETIVOS

- Familiarización con el entorno del laboratorio
- Ensamblaje y reconfiguración de un aparato de destilación
- Calefacción controlada de dos etapas
- Lectura de una curva de temperatura-tiempo
- Comprender la volatilidad y las mezclas

Página del laboratorio: [proteus-vr.com/es/laboratorios/separacion-de-productos-mediante-punto-de-ebullicion-2/](https://proteus-vr.com/es/laboratorios/separacion-de-productos-mediante-punto-de-ebullicion-2/)

## 010 — Punto de fusión y densidad

|                            |                                                         |
|----------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>IB Programme</b>        | Chemistry — States of Matter                            |
| <b>Secondary Programme</b> | DP Chemistry                                            |
| <b>Syllabus Reference</b>  | Structure 2.1–2.4 – Bonding and structure               |
| <b>NGSS (HS)</b>           | HS-PS1-3 · SEP 4, SEP 5 · CCC 1, CCC 6                  |
| <b>NGSS (MS)</b>           | MS-PS1-1                                                |
| <b>Summary</b>             | Material identification using melting point and density |



### DESCRIPCIÓN GENERAL

¿Cómo se distingue una sustancia de otra cuando ambas son sólidos blancos e inodoros? No por la apariencia, sino mediante la medición. Toda sustancia pura posee un conjunto de propiedades físicas que no dependen de la cantidad que se tenga de ella: su densidad, su punto de fusión, su punto de ebullición. Estas se denominan propiedades intensivas y funcionan como una huella dactilar. Los laboratorios de control de calidad verifican las materias primas de esta manera, los científicos forenses identifican muestras desconocidas de esta manera y los geólogos clasifican los minerales de esta manera.

La densidad es la proporción entre la masa de una muestra y su volumen; es decir, cuánta materia se concentra en cada mililitro. El punto de fusión es la temperatura a la cual la estructura ordenada del sólido colapsa para convertirse en líquido, y permanece constante mientras se lleva a cabo la fusión: el calor que ingresa se consume rompiendo la estructura y no elevando la temperatura, razón por la cual una sustancia que se funde muestra una meseta en un gráfico de temperatura frente al tiempo.

En este laboratorio medirá ambas propiedades para la cera de parafina. Primero pesará una muestra y determinará su volumen por desplazamiento de agua, obteniendo su densidad; luego fundirá una muestra pesada en un baño de agua, siguiendo la temperatura en la gráfica de la tableta para capturar la meseta de fusión. Juntos, los dos números caracterizan el material.

### OBJETIVOS

- Familiarización con el entorno del laboratorio
- Uso correcto de la balanza electrónica
- Medición del volumen de un sólido irregular
- Determinación de una densidad
- Medición de un punto de fusión
- Comprensión de las propiedades intensivas

Página del laboratorio: [proteus-vr.com/es/laboratorios/punto-de-fusion-y-densidad/](https://proteus-vr.com/es/laboratorios/punto-de-fusion-y-densidad/)



# 011 — Densidad

|                            |                                           |
|----------------------------|-------------------------------------------|
| <b>IB Programme</b>        | Chemistry — Measurement, Change           |
| <b>Secondary Programme</b> | DP Chemistry                              |
| <b>Syllabus Reference</b>  | Structure 1.1 – Matter properties         |
| <b>NGSS (HS)</b>           | HS-PS1-3 · SEP 4, SEP 5 · CCC 3           |
| <b>NGSS (MS)</b>           | MS-PS1-1                                  |
| <b>Summary</b>             | Determining the density of an unknown gas |



## DESCRIPCIÓN GENERAL

Los gases tienen densidad, al igual que los sólidos y los líquidos, pero es tan pequeña que medirla requiere ingenio. La respuesta importa más de lo que podría parecer: el propano que se fuga de un tanque no se disipa, sino que se acumula invisiblemente a ras del suelo, precisamente porque es más denso que el aire; el helio eleva un globo porque es más ligero; y la densidad de un gas es a menudo la pista más rápida para identificarlo, ya que a una temperatura y presión determinadas está fijada por la masa de las moléculas del gas.

La dificultad es práctica: 100 mL de un gas típico pesan una quinta parte de un gramo, muy poco para colocarlo en una balanza por sí solo. La solución clásica es pesar por diferencia. Pese un recipiente sellado vacío —verdaderamente vacío, evacuado— y luego vuelva a pesarlo lleno con el gas; la diferencia es la masa del gas por sí sola, y dividir entre el volumen da la densidad. Debido a que ambas pesadas se realizan con la jeringa en la misma posición, todo lo demás del aparato se cancela en la resta.

En este laboratorio medirás la densidad de un gas desconocido: primero pesando un conjunto de jeringa que contiene un vacío de 100 mL, luego rellenándola con 100 mL del gas de su cilindro y pesando de nuevo. A partir de la diferencia de 0,18 g calcularás la densidad — y a partir de la densidad, deducirás de qué gas se trata.

## OBJETIVOS

- Familiarización con el entorno del laboratorio
- Manipular un gas cuantitativamente
- Pesaje de precisión y el método de diferencia
- Cálculo e interpretación de la densidad de un gas
- De la densidad a la identidad

Página del laboratorio: [proteus-vr.com/es/laboratorios/la-densidad/](https://proteus-vr.com/es/laboratorios/la-densidad/)

# 012 — Propiedades físicas e identificación de los productos

|                            |                                                     |
|----------------------------|-----------------------------------------------------|
| <b>IB Programme</b>        | Chemistry — Properties of Matter                    |
| <b>Secondary Programme</b> | DP Chemistry                                        |
| <b>Syllabus Reference</b>  | Structure 2.4 – From models to materials            |
| <b>NGSS (HS)</b>           | HS-PS1-3 · SEP 4, SEP 6 · CCC 1, CCC 6              |
| <b>NGSS (MS)</b>           | MS-PS1-1; MS-PS1-2                                  |
| <b>Summary</b>             | Identifying unknowns from boiling point and density |



## DESCRIPCIÓN GENERAL

No hay dos sustancias puras que compartan el mismo conjunto de propiedades físicas. Cada una tiene su propio punto de ebullición y su propia densidad, y estas constantes se catalogan en tablas de referencia que los químicos consultan todos los días. Es por esto que una botella sin etiqueta nunca se identifica mediante conjeturas: medir una o dos propiedades físicas bien elegidas y comparar los resultados con los valores conocidos suele ser suficiente para nombrar una sustancia. El mismo enfoque se utiliza en el control de calidad, en los laboratorios forenses y en la comprobación de la pureza de productos químicos fabricados.

Dos propiedades sustentan este laboratorio. El punto de ebullición es la temperatura a la cual la presión de vapor de un líquido es igual a la presión atmosférica circundante; mientras un líquido hierve, su temperatura deja de subir, porque el calor suministrado es consumido por el cambio de estado en lugar de calentar el líquido. La densidad es la relación entre la masa y el volumen,  $\rho = m/V$ . Es una propiedad intensiva —un fragmento grande y uno pequeño dan el mismo valor— y para un sólido irregular el volumen se mide más fácilmente por desplazamiento de agua, la perspicacia atribuida a Arquímedes.

En este laboratorio identificarán cuatro sustancias desconocidas. Dos líquidos desconocidos se calientan en placas calefactoras ajustadas a 105 °C mientras los termómetros registran su temperatura: la meseta que alcanza cada líquido es su punto de ebullición, y su nombre se deduce de este. A continuación, dos sólidos desconocidos se pesan en la balanza electrónica y se sumergen en un vaso de vertido lleno, recogiendo el agua desplazada en una probeta graduada; la masa y el volumen juntos dan la densidad, y la densidad da la identidad.

## OBJETIVOS

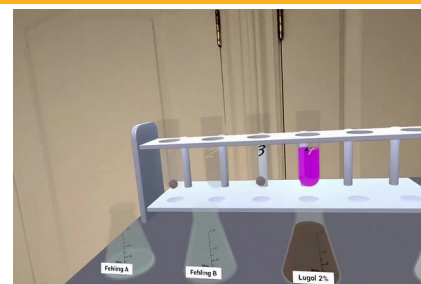
- Familiarización con el entorno del laboratorio
- Uso de equipo de protección y conducta segura en el laboratorio
- Medición de volumen y masa
- Determinación de un punto de ebullición
- Determinación de la densidad por desplazamiento de agua
- Identificación de sustancias a partir de las propiedades físicas

Página del laboratorio: [proteus-vr.com/es/laboratorios/propiedades-fisicas-e-identificacion-del-producto/](https://proteus-vr.com/es/laboratorios/propiedades-fisicas-e-identificacion-del-producto/)



## 013 — Nutrientes

|                            |                                          |
|----------------------------|------------------------------------------|
| <b>IB Programme</b>        | Biology — Organisms, metabolism          |
| <b>Secondary Programme</b> | DP Biology                               |
| <b>Syllabus Reference</b>  | Macronutrients, enzymes                  |
| <b>NGSS (HS)</b>           | HS-LS1-6 · SEP 4, SEP 6 · CCC 5, CCC 6   |
| <b>NGSS (MS)</b>           | MS-LS1-7                                 |
| <b>Summary</b>             | Food chemistry and biochemical reactions |



### DESCRIPCIÓN GENERAL

Todo alimento es una mezcla de moléculas biológicas, y cuatro familias dominan: azúcares simples, almidones, lípidos y proteínas. Saber cuál de ellas contiene un alimento es la base del etiquetado nutricional, del consejo dietético y del control de calidad en la industria alimentaria; y mucho antes de que existieran los instrumentos, los químicos establecieron la respuesta con un puñado de reacciones de color que todavía se enseñan, y todavía se utilizan como pruebas de detección rápida, hoy en día.

Cada prueba funciona porque un reactivo reacciona con una característica química específica y produce un cambio visible. La solución de Fehling se reduce por el grupo aldehído libre de un azúcar reductor, y el cobre(II) que contiene se convierte en óxido de cobre(I) de color rojo ladrillo. El yodo de Lugol se desliza en la espiral helicoidal de una molécula de almidón y forma un complejo de yodo-almidón intensamente coloreado. El Sudán IV es un tinte liposoluble que abandona el agua y se disuelve en cualquier gota de lípido presente, tiñéndola de rojo. El reactivo de Biuret, cobre(II) en solución alcalina, forma un complejo violeta con los enlaces peptídicos que unen los aminoácidos en una proteína. Ninguna de estas pruebas es sensible a ninguna otra cosa, lo cual es lo que hace que el conjunto sea informativo.

En este laboratorio analizará cuatro alimentos cotidianos —zumo de manzana, clara de huevo, una solución de cereales y leche— para las cuatro familias de nutrientes. Cada alimento se divide entre un tubo de ensayo, para la prueba de Fehling calentada, y tres pocillos de una microplaca, uno para cada una de las pruebas en frío. Calentará los tubos de Fehling en un baño de agua a más de 70 °C, añadirá cada reactivo a su pocillo etiquetado y registrará las dieciséis observaciones resultantes en una tabla de resultados. A partir de esos colores, elaborará un perfil de nutrientes para cada alimento y lo contrastará con lo que ya sabe sobre el origen de los azúcares, el almidón, las grasas y las proteínas.

### OBJETIVOS

- Familiarización con el entorno del laboratorio
- Uso de equipos de protección y manipulación segura de reactivos
- Preparación y división de muestras
- Evitar la contaminación cruzada
- Realización de las cuatro pruebas de nutrientes
- Lectura y registro de resultados
- Interpretación química de las reacciones de color

Página del laboratorio: [proteus-vr.com/es/laboratorios/nutrientes/](https://proteus-vr.com/es/laboratorios/nutrientes/)



## 014 — Extracción de metales pesados

|                            |                                            |
|----------------------------|--------------------------------------------|
| <b>IB Programme</b>        | Chemistry — Sustainability, human impact   |
| <b>Secondary Programme</b> | DP Chemistry                               |
| <b>Syllabus Reference</b>  | Precipitation, solubility                  |
| <b>NGSS (HS)</b>           | HS-PS1-2; HS-ESS3-4 · SEP 3, SEP 6 · CCC 5 |
| <b>NGSS (MS)</b>           | MS-PS1-2                                   |
| <b>Summary</b>             | Pollution and chemical remediation         |



### DESCRIPCIÓN GENERAL

El plomo y el cobre llegan a las aguas residuales a través de la corrosión de tuberías, de baños gastados de galvanoplastia y grabado, y de la eliminación descuidada de pinturas y disolventes. Ninguno de los dos elementos es destruido por dilución o por tratamiento biológico, y ambos son tóxicos a bajas concentraciones, razón por la cual las plantas de tratamiento municipales e industriales eliminan los metales disueltos químicamente antes de que se descargue el agua. El método estándar es el que se utiliza aquí: añadir un contraión que forme una sal insoluble con el metal y, a continuación, filtrar el sólido.

La química se basa en la solubilidad. Una sal precipita cuando el producto de las concentraciones de sus iones supera su producto de solubilidad  $K_{sp}$ ; por debajo de ese valor permanece disuelto. Tanto el sulfato de plomo como el carbonato de cobre son muy poco solubles, por lo que añadir sulfato elimina el plomo como  $PbSO_4$  y la adición de carbonato elimina el cobre como  $CuCO_3$ . El orden no es arbitrario. El carbonato precipitaría tanto el plomo como el cobre, por lo que, si se añadiera carbonato primero, los dos metales precipitarían juntos y no se podrían separar. El sulfato, por el contrario, deja el cobre en solución —el sulfato de cobre es libremente soluble—, de modo que sulfato primero y carbonato después dan dos fracciones limpias.

En este laboratorio tratará una muestra de 100 mL de agua residual que contiene ambos metales. Pesará un papel de filtro, añadirá sulfato de sodio a la muestra y observará la formación de sulfato de plomo blanco, lo filtrará y pesará el papel de nuevo para obtener la masa del precipitado. A continuación, añadirá carbonato de potasio al filtrado, precipitará el cobre en forma de carbonato de cobre azul-verdoso, filtrará y pesará de nuevo. A partir de ambas masas, calculará la cantidad de plomo y de cobre que contenía la muestra original y evaluará cuán completamente se eliminó cada uno.

### OBJETIVOS

- Familiarización con el entorno del laboratorio
- Uso de equipo de protección y manejo seguro de metales pesados
- Precipitación selectiva
- Técnica de filtración gravimétrica
- Tratamiento cuantitativo de los resultados
- Evaluación de la eficacia de un tratamiento

Página del laboratorio: [proteus-vr.com/es/laboratorios/014-extraccion-de-metales-pesados/](https://proteus-vr.com/es/laboratorios/014-extraccion-de-metales-pesados/)



## 015 — Propiedades de los metales

|                            |                                                  |
|----------------------------|--------------------------------------------------|
| <b>IB Programme</b>        | Chemistry — Transformation & Energy              |
| <b>Secondary Programme</b> | DP Chemistry                                     |
| <b>Syllabus Reference</b>  | Reactivity 3.1 – Redox & metal activity          |
| <b>NGSS (HS)</b>           | HS-PS1-1; HS-PS1-2 · SEP 4, SEP 6 · CCC 1, CCC 6 |
| <b>NGSS (MS)</b>           | MS-PS1-2                                         |
| <b>Summary</b>             | Comparing metal reactivity and properties        |



### DESCRIPCIÓN GENERAL

La tabla periódica es, antes que nada, un resumen del comportamiento. Los elementos se colocan donde están debido a cómo conducen, cómo se deforman y con qué reaccionan, y esas mismas propiedades son las que le dicen a un ingeniero si un material pertenece a un cable, un disipador de calor, una viga estructural o una batería. Distinguir un metal de un no metal y de un metaloide es la primera clasificación que aprende un químico, y se realiza no buscando una respuesta, sino mediante la experimentación.

Cuatro propiedades físicas y dos químicas separan las clases. Los metales conducen la electricidad porque sus electrones externos están deslocalizados y libres para desplazarse a través de la red; esos mismos electrones móviles transportan calor, dan a la superficie su brillo reflectante y permiten que los planos de la red se deslicen unos sobre otros sin romperse, lo cual es la maleabilidad. Los no metales retienen sus electrones en enlaces covalentes localizados y no hacen ninguna de estas cosas. Los metaloides se sitúan en medio: la red covalente del silicio transmite el calor como vibraciones perfectamente bien, pero casi no libera portadores de carga, lo cual es exactamente lo que lo convierte en un semiconductor.

Químicamente, un metal situado por encima del hidrógeno en la serie de actividad lo desplaza del ácido, y los metales más reactivos —las familias de los metales alcalinos y alcalinotérreos a la izquierda de la tabla— lo hacen solo a partir del agua, dejando atrás un hidróxido y, por tanto, una solución fuertemente básica.

En este laboratorio pondrá a prueba diez elementos. Cinco —zinc, azufre, silicio, hierro y plomo— se examinan para determinar su conductividad eléctrica y térmica, brillo, maleabilidad y reacción con ácido clorhídrico 1 M, y se clasifican a partir de los resultados. Otros cinco —litio, sodio, potasio, magnesio y calcio— se colocan en agua destilada, se observa su efervescencia y se prueban con papel de tornasol rojo y azul para establecer si se ha formado una base. La tabla de resultados completa es una pequeña versión experimental del bloque izquierdo de la tabla periódica.

### OBJETIVOS

- Familiarización con el entorno del laboratorio
- Uso de equipo de protección y manipulación segura de metales reactivos
- Prueba de propiedades físicas
- Probando propiedades químicas
- Clasificación de elementos a partir de evidencias
- Conectando el comportamiento con las tendencias periódicas
- Registro e interpretación de una matriz de resultados

Página del laboratorio: [proteus-vr.com/es/laboratorios/propiedades-de-los-metales/](https://proteus-vr.com/es/laboratorios/propiedades-de-los-metales/)



## 016 — La ley de la conservación de la masa

|                            |                                 |
|----------------------------|---------------------------------|
| <b>IB Programme</b>        | Chemistry — Chemical reactions  |
| <b>Secondary Programme</b> | DP Chemistry                    |
| <b>Syllabus Reference</b>  | Stoichiometry, enthalpy         |
| <b>NGSS (HS)</b>           | HS-PS1-7 · SEP 5, SEP 6 · CCC 5 |
| <b>NGSS (MS)</b>           | MS-PS1-5                        |
| <b>Summary</b>             | Mass balance experiments        |



### DESCRIPCIÓN GENERAL

La ley de conservación de la masa establece que la materia no se crea ni se destruye en una reacción química: los átomos presentes antes de la reacción son exactamente los átomos presentes después de ella, solo que reorganizados en diferentes moléculas. Antoine Laurent de Lavoisier estableció el principio en la década de 1780 pesando recipientes de reacción sellados, y es la razón por la cual toda ecuación química debe estar equilibrada y por la cual un químico industrial puede predecir la masa de producto que rendirá un proceso antes de ejecutarlo.

Demostrar la ley es más difícil de lo que parece, porque una reacción que libera un gas parece perder masa cuando se realiza en un recipiente abierto. La masa no ha desaparecido, simplemente ha abandonado el platillo de la balanza. Por lo tanto, la conservación solo puede demostrarse en un cerrado sistema, uno en el que cada producto, incluidos los gases, se retiene y se pesa con el resto. Ese único requisito experimental es la idea central de este laboratorio.

Probarás la ley dos veces, utilizando dos reacciones que se comportan de manera muy diferente. En la Parte A, el bicarbonato de sodio reacciona con el ácido acético y libera dióxido de carbono; el gas se captura en un globo de goma colocado sobre la boca de un matraz Erlenmeyer, y una pinza en el cuello del globo permite pesar el gas atrapado por sí mismo una vez terminada la reacción. En la Parte B, se mezclan soluciones de dicloruro de calcio y carbonato de sodio y se forma un precipitado sólido de carbonato de calcio; nada puede salir del vaso de precipitados, por lo que el balance de masa se cierra exactamente. En cada caso, pesarás el sistema antes y después de la reacción, compararás los totales y explicarás cualquier diferencia que encuentres.

### OBJETIVOS

- Familiarización con el entorno del laboratorio
- Uso de equipo de protección
- Construcción y prueba de un sistema cerrado
- Técnica de pesaje cuantitativo
- Estequiometría y el reactivo limitante
- Interpretación de un balance de masas

Página del laboratorio: [proteus-vr.com/es/laboratorios/016-la-ley-de-conservacion-de-la-masa/](https://proteus-vr.com/es/laboratorios/016-la-ley-de-conservacion-de-la-masa/)

## 021 — Centrifugado

|                            |                             |
|----------------------------|-----------------------------|
| <b>IB Programme</b>        | Biology — Human systems     |
| <b>Secondary Programme</b> | DP Biology                  |
| <b>Syllabus Reference</b>  | Integration of body systems |
| <b>NGSS (HS)</b>           | HS-LS1-2 · SEP 3 · CCC 6    |
| <b>NGSS (MS)</b>           | MS-LS1-2                    |
| <b>Summary</b>             | Blood composition analysis  |



### DESCRIPCIÓN GENERAL

La centrifugación es un método que utiliza un movimiento rotatorio rápido para separar componentes de una mezcla basándose en diferencias de densidad. En los laboratorios clínicos, esta técnica es esencial para el análisis de muestras biológicas como sangre, orina y suspensiones celulares.

Al acelerar la sedimentación, la centrifugación permite que componentes que normalmente tardarían horas o días en separarse por gravedad lo hagan en minutos.

La sangre es una mezcla heterogénea compuesta por varios elementos, entre ellos glóbulos rojos, glóbulos blancos, plaquetas, plasma y sustancias disueltas como proteínas y lípidos. Cuando se centrifuga en condiciones controladas, estos componentes se separan en capas distintas que se pueden observar y analizar. Las variaciones en la apariencia o las proporciones relativas de estas capas proporcionan información diagnóstica valiosa.

En este laboratorio, centrifugará una serie de muestras de sangre, dos de las cuales proceden de pacientes con condiciones patológicas: anemia, caracterizada por una concentración reducida de glóbulos rojos, y lipemia, caracterizada por un exceso de lípidos en el plasma. A través de la observación e interpretación cuidadosas, identificará estas muestras y relacionará sus hallazgos con aplicaciones clínicas reales. A lo largo de la actividad, se pone especial énfasis en la seguridad en el laboratorio, el manejo correcto del equipo, el balanceo adecuado de la centrífuga y la gestión responsable de residuos, habilidades que son esenciales en la práctica profesional de laboratorio.

### OBJETIVOS

- Familiarización con el entorno del laboratorio
- Uso de equipo de protección
- Operación de equipos de centrifugación
- Preparación y balanceo de muestras
- Observación de fases separadas
- Interpretación clínica de los resultados

Página del laboratorio: [proteus-vr.com/es/laboratorios/021-centrifugacion/](https://proteus-vr.com/es/laboratorios/021-centrifugacion/)

## 023 — Sangre y grupos sanguíneos

|                            |                                        |
|----------------------------|----------------------------------------|
| <b>IB Programme</b>        | Biology — Human systems                |
| <b>Secondary Programme</b> | DP Biology                             |
| <b>Syllabus Reference</b>  | Integration of body systems            |
| <b>NGSS (HS)</b>           | HS-LS1-2 · SEP 4, SEP 6 · CCC 4, CCC 6 |
| <b>NGSS (MS)</b>           | MS-LS1-3                               |
| <b>Summary</b>             | Immunity and blood typing exploration  |



### DESCRIPCIÓN GENERAL

La determinación del grupo sanguíneo es una de las pruebas de rutina más antiguas y trascendentales de la medicina. Karl Landsteiner identificó los grupos ABO en 1901 tras notar que la sangre de algunas personas se aglutinaba al mezclarla con la de otras, y el factor Rh se describió cuatro décadas después. Juntos, los dos sistemas deciden si una transfusión salva una vida o destruye los glóbulos rojos del receptor en cuestión de minutos, y se comprueban antes de cada transfusión, en cada embarazo, y en trabajos forenses y de paternidad.

La prueba se basa en una sola idea molecular. La superficie de un glóbulo rojo porta marcadores de azúcar y proteínas heredados llamados antígenos: el antígeno A, el antígeno B, ambos o ninguno, y por separado el antígeno Rh (D). Un suero que contiene anticuerpos contra uno de estos marcadores, un aglutinina — tiene dos o más sitios de unión, de modo que cuando se encuentra con células que portan su antígeno diana, las une formando grumos visibles. Esto es la aglutinación: la gota pierde su aspecto rojo, liso y uniforme, y se vuelve granulosa, con motas más oscuras en un líquido claro. Cuando el antígeno está ausente, el anticuerpo no tiene nada a qué unirse y la gota permanece uniforme. Por lo tanto, la prueba se lee como un simple sí o no, tres veces seguidas.

En este laboratorio tipificará ocho muestras de sangre desconocidas. Cada muestra se coloca en tres pocillos separados y se enfrenta con suero anti-A, anti-B y anti-Rh sucesivamente, mezclando cada pocillo con una varilla de vidrio que se enjuaga y se seca entre los pocillos para que no se arrastre suero de una prueba a la siguiente. A partir del patrón de tres respuestas de sí o no, deducirá el grupo ABO y el factor Rh de cada muestra, y luego determinará cuáles de ellas podrían donar de forma segura a cuáles.

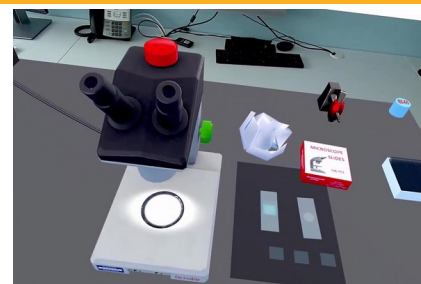
### OBJETIVOS

- Familiarización con el entorno del laboratorio
- Manipulación segura de muestras biológicas
- Evitar la contaminación cruzada
- Lectura de una reacción de aglutinación
- Determinación del grupo ABO y factor Rh
- Razonamiento sobre la compatibilidad de transfusiones

Página del laboratorio: [proteus-vr.com/es/laboratorios/sangre-y-grupos-sanguineos/](https://proteus-vr.com/es/laboratorios/sangre-y-grupos-sanguineos/)

## 024 — Observación de células animales

|                            |                                        |
|----------------------------|----------------------------------------|
| <b>IB Programme</b>        | Biology — Cells                        |
| <b>Secondary Programme</b> | DP Biology                             |
| <b>Syllabus Reference</b>  | Cell structure                         |
| <b>NGSS (HS)</b>           | HS-LS1-2 · SEP 2, SEP 6 · CCC 4, CCC 6 |
| <b>NGSS (MS)</b>           | MS-LS1-1; MS-LS1-2                     |
| <b>Summary</b>             | Microscopy of animal cells             |



### DESCRIPCIÓN GENERAL

El microscopio óptico compuesto es el instrumento que hizo posible la biología celular, y las células que recubren el interior de la mejilla humana son la primera muestra clásica. El epitelio bucal es un tejido plano estratificado: sus células más externas se desprenden continuamente, por lo que se puede recolectar una muestra sin cortar, teñir ni hacer cortes histológicos de nada. Los citólogos todavía utilizan exactamente este material para la detección del cáncer oral y para los hisopados bucales en pruebas genéticas, lo que lo convierte en una muestra diagnóstica real en lugar de una simple conveniencia didáctica.

Las células animales vivas son casi invisibles en un microscopio óptico por una simple razón física: son mayoritariamente agua y su índice de refracción apenas difiere del agua en la que se encuentran, por lo que absorben y desvían muy poca luz transmitida. Lo que un microscopista ve en esas condiciones es un contorno tenue y poco más. Un colorante resuelve el problema al unirse selectivamente a unas estructuras y no a otras, convirtiendo una diferencia de química en una diferencia de color que el ojo puede leer. La solución de Lugol —yodo disuelto en yoduro de potasio— es la opción estándar para esta preparación: tiñe el citoplasma de un color amarillo-marrón pálido y destaca el núcleo como un cuerpo claramente más oscuro, y lo hace al instante y sin calentar.

En este laboratorio preparará la misma muestra dos veces y comparará ambas. La primera preparación es un montaje húmedo simple en agua; la segunda recibe una gota de solución de Lugol antes de colocar el cubreobjetos. Encenderá el iluminador de campo claro, comenzará con el aumento más bajo y avanzará a través de 40×, 100× y 400×, enfocando con el tornillo macrométrico solo en el objetivo de menor aumento y con el micrométrico de ahí en adelante, y guardará una imagen en cada paso. La comparación entre las dos preparaciones es el objetivo del ejercicio: muestra lo que hace una tinción y por qué casi no se realiza microscopía de tejido animal sin ella.

### OBJETIVOS

- Familiarización con el entorno del laboratorio
- Funcionamiento de un microscopio compuesto de luz
- Preparación de un montaje húmedo
- Uso de un colorante biológico
- Observación y registro

Página del laboratorio: [proteus-vr.com/es/laboratorios/observacion-de-celulas-animales/](https://proteus-vr.com/es/laboratorios/observacion-de-celulas-animales/)

## 025 — Observación de células vegetales

|                            |                                        |
|----------------------------|----------------------------------------|
| <b>IB Programme</b>        | Biology — Cells                        |
| <b>Secondary Programme</b> | DP Biology                             |
| <b>Syllabus Reference</b>  | Cell structure                         |
| <b>NGSS (HS)</b>           | HS-LS1-2 · SEP 2, SEP 6 · CCC 4, CCC 6 |
| <b>NGSS (MS)</b>           | MS-LS1-1; MS-LS1-2                     |
| <b>Summary</b>             | Microscopy of plant cells              |



### DESCRIPCIÓN GENERAL

Las células vegetales fueron las primeras células que alguien vio jamás. En 1665, Robert Hooke puso un fragmento de corcho bajo un microscopio, descubrió que estaba dividido en pequeños compartimentos y tomó prestada la palabra célula desde las pequeñas habitaciones de un monasterio. Lo que hizo que el corcho fuera legible donde el tejido animal no lo era es exactamente lo que hace que el material vegetal sea un mejor espécimen didáctico hoy en día: una rígida pared de celulosa alrededor de cada célula traza un límite visible, esté la célula teñida o no.

Elodea, la planta acuática, es la opción estándar. Su hoja tiene un grosor de solo dos capas de células, por lo que se puede montar una hoja entera de forma plana sin necesidad de hacer cortes y la luz la atraviesa directamente. Dentro de cada célula hay decenas de cloroplastos, densos en clorofila y, por tanto, lo suficientemente verdes como para verse sin necesidad de tinte alguno, mientras que una única y gran vacuola central ocupa la mayor parte del volumen y presiona el citoplasma y los cloroplastos en una capa delgada contra la pared. Casi todos los rasgos distintivos de una célula vegetal —pared, cloroplastos, vacuola, una geometría tisular ordenada— son visibles en una sola preparación.

El núcleo es la excepción. Está presente en todas las células, pero es casi transparente y se confunde fácilmente entre los cloroplastos, razón por la cual el laboratorio utiliza dos portaobjetos en lugar de uno. El primero es una preparación simple en agua, que muestra las células tal como son. El segundo recibe una gota de solución de Lugol —yodo en yoduro de potasio—, que se une a las proteínas y a los ácidos nucleicos y tiñe el núcleo de un color amarillo-marrón bien diferenciado. Encenderá el iluminador de campo claro, avanzará a través de 40×, 100× y 400× utilizando el enfoque macrométrico únicamente en el aumento más bajo, guardará una imagen en cada paso y comparará ambos portaobjetos directamente. Léidos junto con el laboratorio 024 sobre células animales, este par hace que la diferencia estructural entre ambos reinos sea visible en lugar de meramente teórica.

### OBJETIVOS

- Familiarización con el entorno del laboratorio
- Funcionamiento de un microscopio compuesto de luz
- Preparación de un montaje húmedo
- Identificación de las estructuras celulares vegetales
- Uso de un colorante biológico
- Observación y registro

Página del laboratorio: [proteus-vr.com/es/laboratorios/observacion-de-celulas-vegetales/](https://proteus-vr.com/es/laboratorios/observacion-de-celulas-vegetales/)



## 026 — ADN vegetal

|                            |                                 |
|----------------------------|---------------------------------|
| <b>IB Programme</b>        | Biology — Genetics              |
| <b>Secondary Programme</b> | DP Biology                      |
| <b>Syllabus Reference</b>  | DNA replication, inheritance    |
| <b>NGSS (HS)</b>           | HS-LS3-1 · SEP 1, SEP 3 · CCC 6 |
| <b>NGSS (MS)</b>           | MS-LS3-1                        |
| <b>Summary</b>             | DNA extraction visualization    |



### DESCRIPCIÓN GENERAL

La extracción de ADN es el primer paso de casi todos los procedimientos en biología molecular: secuenciar un genoma, analizar una variedad de cultivo para detectar un gen de resistencia a enfermedades, comparar una muestra forense o confirmar un diagnóstico clínico comienzan con la extracción del ADN de las células y su colocación en un tubo. La química es la misma a cualquier escala. Una célula mantiene su contenido tras membranas formadas por fosfolípidos, y el ADN que contiene es un polianión muy largo: cada grupo fosfato a lo largo de su esqueleto porta una carga negativa a pH neutro. Un detergente disuelve las membranas y libera el contenido celular; la sal disuelta aporta iones de sodio que neutralizan esas cargas negativas, de modo que las hebras vecinas dejan de repelerse entre sí; y un alcohol frío, en el que el ADN es mucho menos soluble que en agua, precipita entonces las moléculas neutralizadas formando una masa lo suficientemente grande como para verla a simple vista. El plátano es un material de partida conveniente: la pulpa es lo suficientemente blanda como para reducirla a una pasta con un mortero, contiene poca fibra y el plátano cultivado es triploide, por lo que cada célula porta tres juegos de cromosomas. En este laboratorio preparará una solución de extracción a partir de agua destilada, cloruro de sodio y lavavajillas, triturará un trozo de plátano hasta obtener una pasta homogénea, mezclará la pasta con dicha solución, filtrará la mezcla a través de papel en un tubo de ensayo y añadirá metanol frío en la superficie del filtrado. Al cabo de unos instantes aparece un precipitado gris y filamentoso donde se encuentran los dos líquidos: ADN, junto con parte del resto del material liberado de las células.

### OBJETIVOS

- Familiarización con el entorno del laboratorio
- Manejo de un reactivo tóxico
- Preparación de una solución acuosa
- Disrupción mecánica del tejido vegetal
- Filtración por gravedad
- Precipitación por alcohol
- Observación e interpretación del resultado

Página del laboratorio: [proteus-vr.com/es/laboratorios/adn-vegetal/](https://proteus-vr.com/es/laboratorios/adn-vegetal/)

## 027 — Germinación

|                            |                                        |
|----------------------------|----------------------------------------|
| <b>IB Programme</b>        | Biology — Cycles and reproduction      |
| <b>Secondary Programme</b> | DP Biology                             |
| <b>Syllabus Reference</b>  | Reproduction, adaptation               |
| <b>NGSS (HS)</b>           | HS-LS1-5 · SEP 3, SEP 4 · CCC 5, CCC 7 |
| <b>NGSS (MS)</b>           | MS-LS1-5                               |
| <b>Summary</b>             | Seed growth and plant development      |



### DESCRIPCIÓN GENERAL

La germinación es el punto en el que una semilla seca y latente se convierte en una planta viva. El agua absorbida por imbibición reactiva el metabolismo de la semilla, las enzimas descomponen el almidón y las proteínas almacenadas en los cotiledones, la radícula emerge y fija la plántula, y el brote empuja hacia la superficie. Nada de eso requiere luz: una semilla germina perfectamente en la oscuridad, utilizando las reservas acumuladas en su interior. Lo que sí requiere luz es el siguiente paso. La clorofila no se puede ensamblar en la oscuridad, por lo que una plántula que llega al aire sin luz permanece pálida, mantiene su tallo doblado en forma de gancho protector y nunca abre sus hojas; vive de sus reservas hasta que se agotan. Con la presencia de luz, el gancho se endereza, los cotiledones y las primeras hojas se expanden y se vuelven verdes, y la planta pasa de consumir sus reservas a fabricar su propio azúcar mediante la fotosíntesis. Las empresas de semillas, los agricultores y los operadores de invernaderos dependen de saber exactamente cuánta luz necesita una plántula para realizar esa transición y con qué rapidez. En este laboratorio ablandarás tres semillas de frijol en agua, las plantarás en tres macetas numeradas idénticas y luego colocarás cada maceta en un entorno lumínico diferente: la maceta 1 dentro de una caja de zapatos cerrada, la maceta 2 en el mostrador junto al fregadero con luz ambiental ordinaria y la maceta 3 directamente bajo una lámpara encendida. Las tres reciben la misma tierra y el mismo riego. A continuación, adelantarás el reloj de 24 horas en 24 horas y regarás las plantas cada día durante el equivalente a diez días, fotografiando las tres macetas diariamente, de modo que la luz sea la única variable que las diferencie.

### OBJETIVOS

- Familiarización con el entorno del laboratorio
- Diseño de una comparación controlada
- Preparación y siembra de semillas
- Mantenimiento diario y control del tiempo
- Observación y registro
- Interpretación del resultado

Página del laboratorio: [proteus-vr.com/es/laboratorios/germinacion/](https://proteus-vr.com/es/laboratorios/germinacion/)

## 028 — Análisis de heces

|                            |                                                |
|----------------------------|------------------------------------------------|
| <b>IB Programme</b>        | Biology — Organisms                            |
| <b>Secondary Programme</b> | DP Biology                                     |
| <b>Syllabus Reference</b>  | Metabolism and digestion                       |
| <b>NGSS (HS)</b>           | HS-LS1-7 · SEP 6, SEP 8 · CCC 5                |
| <b>NGSS (MS)</b>           | MS-LS1-7                                       |
| <b>Summary</b>             | Stool biochemistry for suspected malabsorption |



### DESCRIPCIÓN GENERAL

Un examen de heces es una de las pruebas más baratas e informativas en gastroenterología, porque lo que sale del cuerpo sin digerir indica exactamente dónde ha fallado la digestión o la absorción. La grasa en las heces apunta a un páncreas que no está produciendo suficiente lipasa o a un revestimiento intestinal dañado; la proteína no digerida apunta en la misma dirección; y los azúcares que deberían haberse descompuesto y absorbido en el intestino delgado aparecen en las heces cuando falta una enzima como la lactasa. Ninguno de estos hallazgos requiere equipos sofisticados para su detección. Cada clase de nutriente tiene una prueba de color que se ha utilizado durante más de un siglo: la solución de Fehling produce un precipitado rojo ladrillo en presencia de un azúcar reductor, el yodo adquiere un color negro azulado con el almidón, el Sudán IV tiñe las gotitas de lípidos de rojo y el cobre en solución alcalina se vuelve violeta con los enlaces peptídicos. En este laboratorio, realizará las cuatro pruebas en dos muestras una al lado de la otra —la muestra N de una persona cuya digestión es normal y la muestra P de un paciente— y utilizará la diferencia entre las dos columnas de resultados para determinar qué clases de nutrientes el paciente no está digiriendo. Tres de las pruebas se realizan en los pocillos de una microplaca; la prueba de Fehling necesita calor, por lo que se realiza en tubos de ensayo sujetos en un baño María sobre una placa calefactora.

### OBJETIVOS

- Familiarización con el entorno del laboratorio
- Manipulación de material biológico
- Manejo de muestras y diseño de un ensayo
- Funcionamiento de un baño de agua caliente
- Uso de las cuatro pruebas cualitativas de nutrientes
- Lectura, registro e interpretación de resultados

Página del laboratorio: [proteus-vr.com/es/laboratorios/observacion-de-las-heces/](https://proteus-vr.com/es/laboratorios/observacion-de-las-heces/)

## 029 — Observación de la saliva

|                            |                                        |
|----------------------------|----------------------------------------|
| <b>IB Programme</b>        | Biology — Enzymes                      |
| <b>Secondary Programme</b> | DP Biology                             |
| <b>Syllabus Reference</b>  | Enzyme activity                        |
| <b>NGSS (HS)</b>           | HS-LS1-6 · SEP 3, SEP 4 · CCC 5, CCC 6 |
| <b>NGSS (MS)</b>           | MS-LS1-7                               |
| <b>Summary</b>             | Saliva microscopy with iodine staining |



### DESCRIPCIÓN GENERAL

La saliva parece agua, pero no lo es en absoluto. Aproximadamente el 99 % de su composición es agua, y el 1 % restante es el que realiza la labor: electrolitos que protegen la boca frente a la acidez, mucinas que hacen que el líquido sea resbaladizo, lisozima e inmunoglobulina A que limitan el crecimiento bacteriano, y  $\alpha$ -amilasa, que comienza a digerir el almidón antes de que se trague la comida. En suspensión en ese líquido hay una población de material sólido: células escamosas planas desprendidas del revestimiento de la boca, bacterias en cantidades ingentes, restos de comida y hebras de moco. Una gota de este líquido bajo el microscopio es una de las formas más rápidas de mostrar a un estudiante que un fluido corporal es una suspensión de células en lugar de un líquido transparente, y también constituye una buena introducción al problema central de la microscopía óptica: las células vivas son transparentes, por lo que no basta con ampliarlas. Hay que proporcionarles contraste. En este laboratorio prepararás dos portaobjetos a partir de la misma muestra de saliva, uno sin tinción y otro con una gota de yodo de Lugol añadida, y examinarás ambos a través de los mismos tres objetivos: 40 $\times$ , 100 $\times$  y 400 $\times$ . La comparación entre los dos portaobjetos al mismo aumento, más que el aumento en sí mismo, es el objetivo del ejercicio: el portaobjetos sin tinción muestra lo poco que se ve sin un colorante, y el portaobjetos teñido muestra lo que el colorante revela.

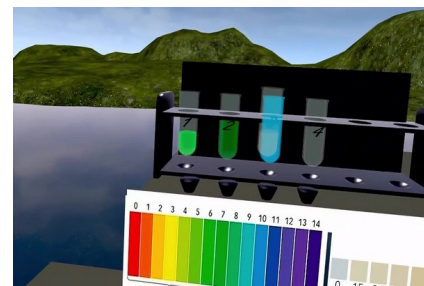
### OBJETIVOS

- Funcionamiento de un microscopio compuesto
- Comprensión de la ampliación y la resolución
- Preparación de un montaje húmedo
- Uso de un medio de contraste
- Identificación de lo que hay en la muestra
- Registro e informe de observaciones

Página del laboratorio: [proteus-vr.com/es/laboratorios/029-observacion-de-la-saliva/](https://proteus-vr.com/es/laboratorios/029-observacion-de-la-saliva/)

## 030 — Química del agua de río

|                            |                                                              |
|----------------------------|--------------------------------------------------------------|
| <b>IB Programme</b>        | Biology — Sustainability                                     |
| <b>Secondary Programme</b> | DP Biology                                                   |
| <b>Syllabus Reference</b>  | Ecosystems, sustainability                                   |
| <b>NGSS (HS)</b>           | HS-LS2-7; HS-ESS3-3; HS-ESS3-4 · SEP 4, SEP 7 · CCC 2, CCC 4 |
| <b>NGSS (MS)</b>           | MS-LS2-1; MS-ESS3-3                                          |
| <b>Summary</b>             | Water quality testing                                        |



### DESCRIPCIÓN GENERAL

El control de la calidad del agua es uno de los trabajos analíticos más rutinarios del mundo: los laboratorios municipales, las agencias ambientales y las asociaciones de cuencas hidrográficas realizan la misma serie corta de pruebas en muestras de ríos, lagos y pozos, semana tras semana. Cuatro parámetros aportan la mayor parte de la información. El pH fija qué especies químicas pueden existir en el agua y cómo se comportan los metales; el dureza informa sobre la concentración total de calcio y magnesio disueltos, procedente de la roca que el agua ha atravesado; el nitrato y fosfato las concentraciones informan sobre la cantidad de fertilizante, estiércol o agua residual que la cuenca está aportando, debido a que estos dos iones son los nutrientes que limitan el crecimiento de algas. Cada parámetro se mide mediante una familia diferente de métodos: potenciometría y un indicador ácido-base para el pH, una titulación complexométrica con EDTA para la dureza, y dos reacciones de formación de color leídas frente a una tarjeta de colores impresa para los nutrientes. En este laboratorio, recolectarás una muestra de agua de río en la orilla y luego realizarás las cuatro determinaciones en cuatro porciones separadas de 20 mL: leerás el pH a partir de un indicador universal y un pH-metro, titularás una porción tamponada con EDTA 0,010 M usando Negro de Eriocromo T como indicador del punto final, reducirás el nitrato y desarrollarás el colorante azoico de Griess, y desarrollarás el color de fosfomolibdato con molibdato de amonio y ácido ascórbico. A continuación, traducirás las cuatro lecturas brutas en un juicio sobre la salud del río, que es exactamente lo que tiene que hacer el analista que firma el informe.

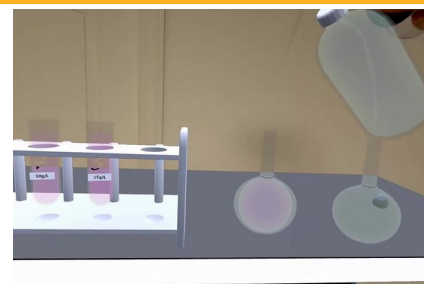
### OBJETIVOS

- Familiarización con el muestreo de campo
- Uso del potenciómetro y de tablas colorimétricas
- Técnica de titulación complejométrización / Técnica de valoración complejométrica
- Determinación colorimétrica de nutrientes
- Tratamiento cuantitativo de los datos
- Interpretación y disciplina de laboratorio

Página del laboratorio: [proteus-vr.com/es/laboratorios/030-quimica-del-agua-de-rio/](http://proteus-vr.com/es/laboratorios/030-quimica-del-agua-de-rio/)

## 038 — Preparación de soluciones por disolución

|                            |                                                 |
|----------------------------|-------------------------------------------------|
| <b>IB Programme</b>        | Chemistry — Mixtures, States of Matter          |
| <b>Secondary Programme</b> | DP Chemistry                                    |
| <b>Syllabus Reference</b>  | Structure 1.5 – Ideal gases / solutions         |
| <b>NGSS (HS)</b>           | HS-PS1-3 · SEP 3, SEP 5 · CCC 5                 |
| <b>NGSS (MS)</b>           | MS-PS1-4                                        |
| <b>Summary</b>             | Preparing solutions of known mass concentration |



### DESCRIPCIÓN GENERAL

La preparación de una solución de concentración conocida es la operación que se realiza con mayor frecuencia en cualquier laboratorio. Un estándar de calibración para un instrumento, un reactivo para una titulación, un búfer para un cultivo celular, un líquido intravenoso, un jarabe en una línea de producción: todos se elaboran mediante la misma rutina de tres pasos: calcular la masa de soluto que requiere la concentración deseada, pesar esa masa y llevarla a un volumen final conocido. Vale la pena aprender la técnica con cuidado, porque cada resultado cuantitativo obtenido posteriormente se basa en la concentración de las soluciones utilizadas para obtenerlo.

Dos cosas hacen que la rutina sea menos obvia de lo que parece. La primera es que la concentración se puede expresar de varias formas que son numéricamente diferentes pero describen la misma cantidad: una concentración másica en gramos por litro, un porcentaje masa en volumen o una concentración molar en moles por litro. Convertir correctamente entre ellas es la mitad del ejercicio. La segunda es que los volúmenes de líquidos y sólidos no son aditivos. Disolver un sólido en 100 ml de agua no da 100 ml de solución; da un poco más, porque las partículas disueltas ocupan su propio espacio. Es por eso que una solución siempre se prepara disolviendo el soluto en menos que el volumen final y luego completando hasta una marca de calibración, y por qué el recipiente utilizado es un matraz aforado en lugar de un vaso de precipitados o una probeta graduada.

En este trabajo de laboratorio prepararás dos soluciones de cristales de zumo, cada una con un volumen final de 100 ml: la solución A con una concentración másica de 25 g/l, y la solución B con una relación m/v de 5 %, que primero deberás convertir a gramos por litro. Para cada una de ellas, calcularás la masa necesaria, la pesarás en una balanza electrónica en una barquilla tarada, la disolverás en unos 50 ml de agua destilada en un matraz aforado de 100 ml, la completarás hasta la marca de calibración, la mezclarás y transferirás el resultado a un vaso de precipitados etiquetado. A continuación, compararás ambas soluciones con una serie de soluciones de referencia frente a una tarjeta negra e identificarás con cuál de ellas coincide cada una: se trata de una estimación puramente visual de la concentración y una primera aproximación al principio en el que se basa la colorimetría.

### OBJETIVOS

- Cálculo de la masa del soluto
- Uso de la balanza electrónica
- Técnica volumétrica
- Disolución y homogenización
- Estimación de una concentración a partir del color
- Mantenimiento de registros

Página del laboratorio: [proteus-vr.com/es/laboratorios/preparacion-de-soluciones-por-disolucion/](https://proteus-vr.com/es/laboratorios/preparacion-de-soluciones-por-disolucion/)

## 039 — Cambiando la solubilidad de un sólido

|                            |                                     |
|----------------------------|-------------------------------------|
| <b>IB Programme</b>        | Chemistry — Change, Energy          |
| <b>Secondary Programme</b> | DP Chemistry                        |
| <b>Syllabus Reference</b>  | Reactivity 1 – Thermodynamics       |
| <b>NGSS (HS)</b>           | HS-PS1-5 · SEP 4 · CCC 2, CCC 5     |
| <b>NGSS (MS)</b>           | MS-PS1-4                            |
| <b>Summary</b>             | Temperature influence on solubility |



### DESCRIPCIÓN GENERAL

La solubilidad es la propiedad que decide si una sustancia puede utilizarse o no en solución, y es el primer número que un químico busca antes de diseñar una preparación, una purificación o una formulación. Determina qué tan concentrado puede hacerse un reactivo, si un medicamento puede administrarse como jarabe o debe administrarse en forma de tableta, por qué el azúcar se puede disolver en té caliente pero no en té helado, por qué se forma sarro en una tetera en lugar de disolverse en ella, y por qué funciona la recristalización: un sólido se disuelve en un disolvente caliente y se recupera puro cuando la solución se enfría y la solubilidad vuelve a disminuir.

Dos factores deciden la respuesta. El primero es la naturaleza química del soluto y del solvente — la regla general de que lo semejante disuelve lo semejante, lo que en la práctica significa que un disolvente disuelve un soluto cuando las interacciones que puede ofrecer son lo suficientemente fuertes como para pagar la ruptura del sólido. El agua, con su constante dieléctrica muy alta y su capacidad para formar enlaces de hidrógeno, es un disolvente excelente para iones y moléculas pequeñas cubiertas de grupos hidroxilo, y uno pobre para un polímero cuyas cadenas están unidas entre sí por enlaces de hidrógeno o para una sal cuya red está unida con demasiada fuerza. El segundo factor es la temperatura. La disolución absorbe o libera calor, y la dirección de ese flujo de calor determina la dirección en la que se mueve la solubilidad cuando se calienta la disolución: una disolución endotérmica se vuelve más fácil a mayor temperatura, una exotérmica se vuelve más difícil. La mayoría de los sólidos en agua entran en la primera categoría, pero no todos, y las excepciones son los casos interesantes.

En este laboratorio agregará un sólido a 100 mL de agua fría en pequeñas porciones pesadas, con una barra de agitación magnética manteniendo la solución mezclada, hasta que el sólido deje de disolverse y comience a acumularse en el fondo del vaso de precipitados. Ese punto es la saturación, y la masa total que ha agregado define la solubilidad de ese sólido a temperatura ambiente. Luego calentará el vaso de precipitados en una placa calefactora a 75 °C con un termómetro sujeto en el líquido, observará si el sólido no disuelto entra en solución y registrará la temperatura a la que desaparece. Repetir toda la secuencia con sal de mesa, glucosa, polvo de tiza, bicarbonato de sodio y almidón de maíz da cinco respuestas muy diferentes, y son las diferencias entre ellas —no los números en sí— las que el laboratorio está diseñado para revelar.

### OBJETIVOS

- Reconocer y alcanzar la saturación
- El efecto de la temperatura
- El efecto de la naturaleza química del soluto y del disolvente
- Funcionamiento del aparato
- Observación, registro e interpretación honesta

Página del laboratorio: [proteus-vr.com/es/laboratorios/cambio-en-la-solubilidad-de-un-solido/](http://proteus-vr.com/es/laboratorios/cambio-en-la-solubilidad-de-un-solido/)

## 040 — Precipitación

|                            |                                                |
|----------------------------|------------------------------------------------|
| <b>IB Programme</b>        | Chemistry — Chemical Change                    |
| <b>Secondary Programme</b> | DP Chemistry                                   |
| <b>Syllabus Reference</b>  | Reactivity 3.2 – Electron transfer reactions   |
| <b>NGSS (HS)</b>           | HS-PS1-2 · SEP 6 · CCC 5                       |
| <b>NGSS (MS)</b>           | MS-PS1-2                                       |
| <b>Summary</b>             | Formation of precipitates from ionic reactions |



### DESCRIPCIÓN GENERAL

La precipitación es la forma más sencilla de extraer un ion disuelto de una solución: se combinan dos líquidos transparentes y un compuesto que no se disuelve aparece como un sólido en suspensión en la mezcla. Las plantas de tratamiento de agua la utilizan para eliminar fosfatos y metales pesados de los efluentes, los laboratorios analíticos utilizan la misma reacción que se estudia aquí para determinar el calcio gravimétricamente, y es la misma química la que forma los cálculos renales, que en gran parte son de oxalato de calcio. Un precipitado se forma porque cada compuesto iónico tiene un límite de solubilidad. Cuando al mezclar dos soluciones el producto de las concentraciones de los iones supera ese límite, el exceso abandona la solución en forma de sólido, mientras que los iones que se emparejan para formar un compuesto soluble permanecen disueltos e invisibles.

Lo que hace que una reacción de precipitación sea útil para la enseñanza es que no se crea ni se destruye nada cuando ocurre. El sólido es nuevo, pero sus átomos ya estaban en el vaso de precipitados; solo han cambiado de pareja. En este laboratorio, pesará un vaso de precipitados vacío de 50 mL y una probeta graduada vacía de 10 mL, medirá 5 mL de cloruro de calcio 0,2 M y 5 mL de oxalato de amonio 0,2 M, pesará cada solución en su propio recipiente, las verterá juntas, removerá durante cinco segundos y observará cómo aparece un sólido blanco, para luego pesar el vaso de precipitados una última vez. Comparar la masa total de los recipientes antes de mezclarlos con la total posterior es una prueba directa de la ley de conservación de la masa, y la cantidad de sustancia contenida en cada porción de 5 mL le permite predecir cuánto sólido debería haberse formado.

### OBJETIVOS

- Familiarización con el entorno del laboratorio
- Uso de la balanza analítica
- Medición de volúmenes de líquidos
- Preparación y combinación de soluciones de reactivos
- Observación de una reacción de precipitación
- Interpretación cuantitativa de los resultados
- Seguridad en el laboratorio y buenas prácticas

Página del laboratorio: [proteus-vr.com/es/laboratorios/precipitacion/](https://proteus-vr.com/es/laboratorios/precipitacion/)



## 041 — Preparación de una solución

|                            |                                                    |
|----------------------------|----------------------------------------------------|
| <b>IB Programme</b>        | Chemistry — Measurement and Concentration          |
| <b>Secondary Programme</b> | DP Chemistry                                       |
| <b>Syllabus Reference</b>  | Reactivity 2.1 – Amount of substance               |
| <b>NGSS (HS)</b>           | HS-PS1-7 · SEP 5 · CCC 3                           |
| <b>NGSS (MS)</b>           | MS-PS1-1                                           |
| <b>Summary</b>             | Dissolution and dilution to a target concentration |



### DESCRIPCIÓN GENERAL

Preparar una disolución de una concentración determinada es la operación más común en un laboratorio de química, y solo hay dos formas de hacerlo: disolver una masa pesada de un sólido y enrasar hasta una marca, o tomar un volumen medido de una disolución ya existente y diluirla. Los laboratorios analíticos, las farmacias hospitalarias y las plantas de tratamiento de agua mantienen disoluciones madre concentradas y las diluyen el día de uso, porque una dilución se puede llevar a cabo con mayor precisión y mucha más rapidez que una pesada. Ambas vías funcionan por la misma razón: la concentración es una relación, la masa de soluto dividida por el volumen de disolución, por lo que añadir disolvente cambia el volumen y, por tanto, la concentración, pero nunca la cantidad de soluto ya presente.

El permanganato de potasio es un soluto útil para aprender esto porque su color indica su concentración: cuanto más intenso es el violeta, más concentrada está la disolución. En este laboratorio preparará una disolución por cada vía y comprobará ambas con un juego de seis tubos de referencia. Primero pesará unos 4 g de permanganato de potasio, lo pasará a través de un embudo a un matraz aforado de 100 mL, lo disolverá en agua destilada y llevará el volumen hasta la marca de aforo, lo que da 40 g/L. Después medirá 54.7 mL de esa disolución en un matraz aforado de 250 mL, enrasará ese matraz hasta su propia marca y obtendrá 8.75 g/L. Comparar cada resultado con los tubos de control cierra el círculo entre un cálculo sobre el papel y algo que se puede ver.

### OBJETIVOS

- Preparación de una solución por disolución
- Preparación de una solución por dilución
- Uso correcto del material de vidrio volumétrico
- Cálculos de concentración
- Verificación colorimétrica de un resultado
- Manipulación segura de un oxidante fuerte

Página del laboratorio: [proteus-vr.com/es/laboratorios/preparando-una-solucion/](https://proteus-vr.com/es/laboratorios/preparando-una-solucion/)



## 043 — Diluciones

|                            |                                                     |
|----------------------------|-----------------------------------------------------|
| <b>IB Programme</b>        | Chemistry — Measurement and Change                  |
| <b>Secondary Programme</b> | DP Chemistry                                        |
| <b>Syllabus Reference</b>  | Reactivity 2.1 – Amount of substance                |
| <b>NGSS (HS)</b>           | HS-PS1-7 · SEP 5 · CCC 3                            |
| <b>NGSS (MS)</b>           | MS-PS1-1                                            |
| <b>Summary</b>             | Preparing dilutions to identify an unknown solution |



### DESCRIPCIÓN GENERAL

La dilución es el proceso mediante el cual una solución concentrada cuidadosamente preparada se convierte en las diversas concentraciones de trabajo que un laboratorio, una farmacia hospitalaria o una planta embotelladora realmente necesitan. Se prepara y verifica una única solución madre una sola vez, y a partir de ella se obtiene cada solución más diluida midiendo un volumen conocido y llevando ese volumen hasta un volumen final conocido. Los desinfectantes, las dosis de medicamentos intravenosos, los soluciones reguladoras (buffers), los reveladores fotográficos y los jarabes que forman parte de los refrescos se elaboran de esta manera, porque medir un volumen con precisión es más rápido y mucho más reproducible que volver a pesar una pequeña masa de soluto desde cero cada vez.

La ciencia detrás de esto es una afirmación de conservación: agregar disolvente cambia el volumen de una solución y, por lo tanto, su concentración, pero no cambia la cantidad de soluto que ya hay en ella. Si un volumen  $V_1$  de una solución a concentración  $C_1$  se diluye hasta un volumen final  $V_2$ , la cantidad de soluto es la misma antes y después, por lo que  $C_1V_1 = C_2V_2$ . La relación  $V_2/V_1$  se denomina factor de dilución, y la concentración cae exactamente en ese factor. Cuando el soluto está coloreado, esa caída es visible: una solución más diluida absorbe menos luz y se ve más pálida, lo que hace que un conjunto de diluciones conocidas se pueda utilizar como escala de comparación para una muestra cuya concentración nunca se ha medido.

En este trabajo de laboratorio se te proporcionan una solución con una concentración de 5 % V/V y una segunda solución cuya concentración se desconoce, y tu tarea consiste en determinar la concentración de la solución desconocida. Utilizando un cilindro graduado de 10 ml y dos matraces volumétricos de 100 ml, prepararás dos soluciones de referencia a partir de la solución madre: la solución A a 0,5 % V/V a partir de una alícuota de 10 ml, y la solución B a 0,1 % V/V a partir de una alícuota de 2 ml —; a continuación, compararás la solución desconocida con ambas y decidirás con cuál de las dos coincide.

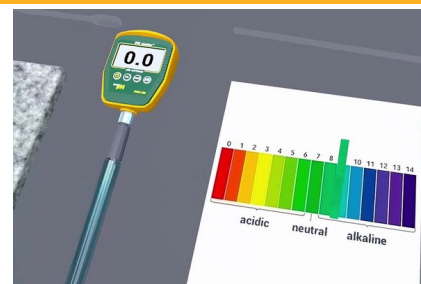
### OBJETIVOS

- Entender lo que hace una dilución
- Uso cuantitativo de la relación de dilución
- Uso correcto del material de vidrio volumétrico
- Concentración, color y comparación con una referencia

Página del laboratorio: [proteus-vr.com/es/laboratorios/diluciones/](https://proteus-vr.com/es/laboratorios/diluciones/)

## 046 — pH

|                            |                                                  |
|----------------------------|--------------------------------------------------|
| <b>IB Programme</b>        | Chemistry — Acids and bases                      |
| <b>Secondary Programme</b> | DP Chemistry                                     |
| <b>Syllabus Reference</b>  | Reactivity 3.1–3.4                               |
| <b>NGSS (HS)</b>           | HS-PS1-2 · SEP 3, SEP 4 · CCC 1                  |
| <b>NGSS (MS)</b>           | MS-PS1-2                                         |
| <b>Summary</b>             | Measuring pH with indicators and a digital meter |



### DESCRIPCIÓN GENERAL

Casi todos los procesos químicos que ocurren en el agua son sensibles a cuán ácida o básica es esa agua. La sangre se mantiene dentro de aproximadamente una décima de unidad de pH de 7,4, el pH del suelo determina qué cultivos crecerán y los efluentes industriales se regulan según el pH antes de poder ser descargados. Medir el pH de forma fiable y saber hasta qué punto se puede confiar en una medición determinada es una de las habilidades más utilizadas en la química analítica.

La cantidad en sí se define logarítmicamente:  $\text{pH} = -\log_{10}[\text{H}^+]$ , donde  $[\text{H}^+]$  es la concentración de iones de hidrógeno en moles por litro. Debido a que la escala es logarítmica, una unidad entera representa un cambio de diez veces en la acidez; una solución con un pH de 3 contiene cien veces más iones de hidrógeno que una con un pH de 5. El agua pura a 25 °C se encuentra en un pH de 7, el punto donde  $[\text{H}^+]$  y  $[\text{OH}^-]$  son ambos  $10^{-7}$  mol/L.

Este laboratorio utiliza tres métodos en orden creciente de precisión. El papel tornasol responde únicamente si una solución es ácida o básica. Un indicador universal produce un color que puede compararse con una tabla con una aproximación de una unidad de pH. Un medidor de pH calibrado lee hasta la centésima de unidad. Aplicará los tres a tres líquidos desconocidos, y luego disolverá una sal — sulfato de amonio— y descubrirá que un compuesto que no contiene ningún grupo hidróxido ni ningún hidrógeno ácido evidente da, sin embargo, una solución claramente ácida. Explicar el porqué es el núcleo analítico del ejercicio.

### OBJETIVOS

- Familiarización con el entorno del laboratorio
- Uso de equipo de protección
- Elegir un método de medición adecuado
- Funcionamiento correcto de un pH-metro
- Preparación de una solución a partir de un sólido pesado
- Interpretación cuantitativa de la escala de pH
- Predicción de si una sal disuelta será ácida, básica o neutra

Página del laboratorio: [proteus-vr.com/es/laboratorios/f/](https://proteus-vr.com/es/laboratorios/f/)



## 047 — Titulación ácido-base 1

|                            |                                           |
|----------------------------|-------------------------------------------|
| <b>IB Programme</b>        | Chemistry — Chemical Reactions            |
| <b>Secondary Programme</b> | DP Chemistry                              |
| <b>Syllabus Reference</b>  | Reactivity 3 – Acid–base neutralization   |
| <b>NGSS (HS)</b>           | HS-PS1-2; HS-PS1-7 · SEP 3, SEP 5 · CCC 3 |
| <b>NGSS (MS)</b>           | MS-PS1-2                                  |
| <b>Summary</b>             | Colorimetric determination of pH in water |



### DESCRIPCIÓN GENERAL

La colorimetría es la forma más barata de medir una cantidad química: se añade un reactivo que cambia de color según la cantidad que se desea, y luego se compara el resultado con un conjunto de referencias de valor conocido. No necesita electricidad, ni calibración, ni material de vidrio más allá de un tubo, razón por la cual sigue siendo el método estándar para analizar piscinas y acuarios, para estudios de campo de lagos y ríos, y para las tiras reactivas utilizadas en clínicas. Su limitación es igualmente clara: el resultado es tan bueno como el ojo que lo lee y tan preciso como el espaciado de las referencias.

La cantidad que se está midiendo aquí es el pH, definido como  $\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$ , de modo que cada unidad entera de pH representa un cambio de diez veces en la concentración de iones hidronio. Un indicador universal no es un solo tinte, sino una mezcla de varios ácidos débiles, cada uno de los cuales cambia de color en una banda de pH diferente y estrecha. Debido a que sus constantes de disociación ácida están escalonadas, la mezcla en su conjunto cambia de color progresivamente de rojo a amarillo y verde, y luego a azul, en un rango de aproximadamente pH 3 a pH 10, y ese color puede usarse como sustituto de una medición de  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  que de otro modo necesitaría un electrodo.

En este laboratorio, usted mismo construirá la escala de referencia en lugar de recibir una ya hecha. Medirá porciones de 25 mL de soluciones de pH conocido en una grada de tubos de ensayo, añadirá cinco gotas de indicador universal a cada una y producirá así una escala de colores de pH 3 a pH 7. A continuación, tratará una muestra de agua de lago de la misma manera, comparará su color con el de su escala para obtener su pH, ampliará la escala a pH 8 y pH 9 si la muestra resulta ser alcalina y, finalmente, comprobará cada tubo con un pH-metro para ver qué tan cerca estuvo el resultado colorimétrico.

### OBJETIVOS

- Comprender el pH como una escala logarítmica
- Construcción y uso de una escala de referencia colorimétrica
- Manejo del indicador y de la cristalería
- Cotejar un método con otro
- Evaluar los límites de un método visual

Página del laboratorio: [proteus-vr.com/es/laboratorios/titulacion-acido-base-1/](https://proteus-vr.com/es/laboratorios/titulacion-acido-base-1/)



## 048 — El pH de los ácidos fuertes y débiles

|                            |                                        |
|----------------------------|----------------------------------------|
| <b>IB Programme</b>        | Chemistry — Energy, Change             |
| <b>Secondary Programme</b> | DP Chemistry                           |
| <b>Syllabus Reference</b>  | Reactivity 3.1 – Acid–base equilibrium |
| <b>NGSS (HS)</b>           | HS-PS1-5 · SEP 4, SEP 6 · CCC 1        |
| <b>NGSS (MS)</b>           | MS-PS1-2                               |
| <b>Summary</b>             | Comparison of strong and weak acids    |



### DESCRIPCIÓN GENERAL

Dos soluciones pueden contener la misma cantidad de ácido por litro y seguir siendo muy diferentes en su nivel de acidez. Las plantas de tratamiento de agua, los productores de alimentos, los acuaristas y los laboratorios clínicos dependen de esa distinción: la etiqueta de una botella indica una concentración, pero lo que corroe una tubería, coagula una proteína o mata a un pez es la concentración de iones hidronio presente en el líquido. Elegir un ácido, y decidir qué cantidad usar, significa por lo tanto saber si cede sus protones por completo o solo ligeramente.

Un ácido disuelto en agua transfiere un protón a una molécula de agua. Un ácido fuerte como el ácido clorhídrico hace esto por completo, de modo que cada mol disuelto entrega un mol de ion hidronio. Un ácido débil como el ácido etanoico —ácido acético, el ácido del vinagre— alcanza en su lugar un equilibrio: en cualquier momento solo una pequeña fracción de sus moléculas ha liberado su protón, y esa fracción depende de cuán diluida esté la disolución. La escala de pH,  $\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$ , coloca ambos casos en el mismo eje, y un pH-metro lee ese eje directamente midiendo el potencial desarrollado a través de un electrodo de vidrio.

En este laboratorio, construirá una serie de tres soluciones de ácido etanoico mediante dilución en serie — 1 mol/L, 0,1 mol/L y 0,01 mol/L—, cada una hecha a partir de la anterior transfiriendo 5 mL con una pipeta volumétrica a un matraz aforado de 50 mL y completando hasta la marca con agua destilada. Un cuarto vaso de precipitados recibe ácido clorhídrico a 0,10 mol/L, la misma concentración que la segunda solución de ácido etanoico. A continuación, medirá el pH de las cuatro con un pH-metro, enjuagando y secando el electrodo entre vaso y vaso. Las tres lecturas de ácido etanoico muestran lo que la dilución le hace a un ácido débil; el par a 0,10 mol/L muestra lo que las palabras fuerte y débil cuál es su valor real en unidades de pH.

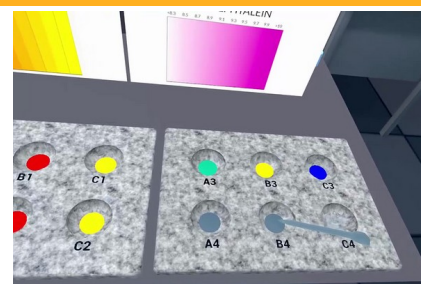
### OBJETIVOS

- Técnica de dilución seriada
- Uso del potenciómetro
- Distinguir entre concentración y acidez
- Interpretación cuantitativa de una lectura de pH
- Manipulación y eliminación seguras de los ácidos

Página del laboratorio: [proteus-vr.com/es/laboratorios/el-ph-de-los-acidos-fuertes-y-debiles/](https://proteus-vr.com/es/laboratorios/el-ph-de-los-acidos-fuertes-y-debiles/)

## 049 — Uso de indicadores de pH

|                            |                                     |
|----------------------------|-------------------------------------|
| <b>IB Programme</b>        | Chemistry — Observation, Change     |
| <b>Secondary Programme</b> | DP Chemistry                        |
| <b>Syllabus Reference</b>  | Reactivity 3 – Indicators & buffers |
| <b>NGSS (HS)</b>           | HS-PS1-2 · SEP 4 · CCC 1            |
| <b>NGSS (MS)</b>           | MS-PS1-2                            |
| <b>Summary</b>             | Colorimetric pH measurement         |



### DESCRIPCIÓN GENERAL

Un indicador ácido-base es un colorante que muestra un color en medio ácido y otro en medio alcalino. Los kits de análisis para piscinas, de suelo, de acuarios y el papel universal en cada laboratorio escolar funcionan de esta manera, al igual que el punto final de una valoración. Lo que hace que un indicador sea útil es también lo que lo limita: un solo colorante responde a una sola pregunta —¿está el pH por encima o por debajo de mi rango de viraje?—, por lo que un solo pocillo nunca puede dar un valor de pH, sino únicamente una desigualdad. Sin embargo, si se colocan varios colorantes con diferentes rangos unos al lado de otros, las desigualdades se cierran mutuamente desde ambos lados.

Cada colorante se comporta de esta manera porque el propio colorante es un ácido débil. Su forma protonada  $\text{HIn}$  y su forma desprotonada  $\text{In}^-$  absorben la luz de forma diferente, y los dos están en equilibrio:  $\text{HIn} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{In}^- + \text{H}_3\text{O}^+$ . Reordenando la expresión de equilibrio se obtiene  $\text{pH} = \text{pK}_{\text{En}} + \log\left(\frac{[\text{In}^-]}{[\text{HIn}]}\right)$ , de modo que la proporción de las dos formas coloreadas está determinada únicamente por el pH. El ojo deja de distinguir una mezcla de la forma pura a una proporción de aproximadamente uno a diez, razón por la cual cada indicador cambia en una banda de aproximadamente dos unidades de pH de ancho, centrada en su propio  $\text{pK}_{\text{En}}$ , y muestra un solo color plano a cada lado de esa banda.

En este laboratorio, llenarán dos placas de seis pocillos formando una cuadrícula de tres por cuatro: tres soluciones desconocidas vertidas en las columnas A, B y C, y cuatro indicadores —naranja de metilo, rojo de metilo, azul de bromitimo y fenolftaleína— dispuestos a lo largo de las filas 1 a 4. Doce pocillos dan doce colores. Capturarán la placa con la tableta, compararán cada pocillo con la tabla de referencia graduada publicada en la mesa para ese indicador, anotarán la desigualdad que implica cada color y combinarán las cuatro desigualdades de cada columna para acotar el pH de ese desconocido. Uno de los tres intervalos resultará ser unilateral, lo cual es un resultado en sí mismo.

### OBJETIVOS

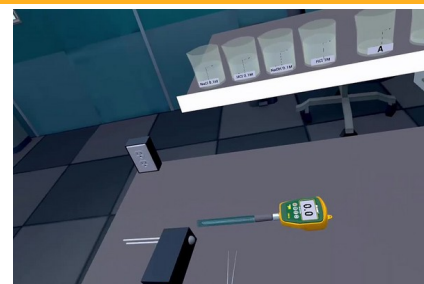
- Trabajar con una placa de pocillos
- Cómo funciona un indicador
- Leer un color como una desigualdad
- Combinación de evidencia de varias pruebas
- Grabación e informes

Página del laboratorio: [proteus-vr.com/es/laboratorios/usando-indicadores-de-ph/](https://proteus-vr.com/es/laboratorios/usando-indicadores-de-ph/)



## 050 — Conductividad y pH

|                            |                                                       |
|----------------------------|-------------------------------------------------------|
| <b>IB Programme</b>        | Chemistry — Energy and Matter                         |
| <b>Secondary Programme</b> | DP Chemistry                                          |
| <b>Syllabus Reference</b>  | Structure 2.4 – Bonding and materials                 |
| <b>NGSS (HS)</b>           | HS-PS1-2 · SEP 4 · CCC 2                              |
| <b>NGSS (MS)</b>           | MS-PS1-2                                              |
| <b>Summary</b>             | Acids, bases and salts: conductivity, pH and dilution |



### DESCRIPCIÓN GENERAL

Clasificar un líquido desconocido en ácido, base o sal es lo primero que hace un analista con él, y las tres pruebas utilizadas aquí son las más antiguas del oficio. Un par de papeles tornasol casi no cuestan nada y responden a la pregunta en segundos. Una bombilla conectada en serie con dos electrodos sumergidos en el líquido muestra si este conduce iones o no. Una tira de magnesio hace efervescencia en el ácido y permanece inerte en todo lo demás. Entre todas, estas pruebas separan una sal de un ácido y de una base sin una sola lectura instrumental, razón por la cual perduran tanto en los kits de campo para la calidad del agua como en los laboratorios escolares.

Lo que responden las tres pruebas es diferente en cada caso, y ese es el propósito de realizar las tres. El tornasol es un tinte cuyo color depende del pH, por lo que informa sobre la concentración de hidronio. La bombilla responde a los iones móviles, y cada compuesto iónico soluble los proporciona, ya sea ácido, básico o neutro; por lo que la conductividad separa las soluciones iónicas de las moleculares, no los ácidos de las bases. El magnesio responde únicamente al ion hidronio, al oxidarse a  $Mg^{2+}$  mientras  $H_3O^+$  se reduce a hidrógeno gaseoso. Tres pruebas, tres preguntas diferentes; solo su combinación identifica una solución.

En este laboratorio, realizará las tres pruebas en cloruro de sodio 0,1 mol/L, ácido clorhídrico e hidróxido de sodio, registrando la conductividad, ambos colores del papel tornasol, la lectura del papel indicador de pH y el resultado con magnesio para cada uno. Luego preparará cuatro diluciones de ácido clorhídrico 1 mol/L — 10 mL aforados a 30 mL, a 60 mL y a 100 mL, y 1 mL aforado a 100 mL — y medirá el pH de las cinco soluciones ácidas con un pH-metro. La segunda parte convierte la escala de pH aproximada de la primera parte en una cuantitativa, y muestra que el pH de un ácido fuerte no es más que el logaritmo de qué tanto se ha diluido.

### OBJETIVOS

- Clasificación de una solución a partir de evidencias
- Manejo de los instrumentos
- Papel de tornasol y papel pH como indicadores
- Conductividad e iones disueltos
- La dilución y la escala logarítmica de pH
- Seguridad y eliminación

Página del laboratorio: [proteus-vr.com/es/laboratorios/conductividad-y-ph/](https://proteus-vr.com/es/laboratorios/conductividad-y-ph/)

# 051 — Estequiometría

|                            |                                     |
|----------------------------|-------------------------------------|
| <b>IB Programme</b>        | Chemistry — Chemical reactions      |
| <b>Secondary Programme</b> | DP Chemistry                        |
| <b>Syllabus Reference</b>  | Stoichiometry, reactivity           |
| <b>NGSS (HS)</b>           | HS-PS1-7 · SEP 5, SEP 6 · CCC 5     |
| <b>NGSS (MS)</b>           | MS-PS1-5                            |
| <b>Summary</b>             | Quantitative chemical relationships |



## DESCRIPCIÓN GENERAL

La estequiometría es la aritmética de la química: el conjunto de reglas que permite a un químico predecir, antes de mezclar nada, exactamente cuánto producto producirá una reacción. Una planta farmacéutica la utiliza para dimensionar un lote, un operador de tratamiento de agua la usa para dosificar un coagulante y un diseñador de motores la emplea para establecer la relación aire-combustible. Las reglas se derivan de un solo hecho, la conservación de la materia —una reacción reorganiza los átomos pero nunca los crea ni los destruye—, por lo que los coeficientes de una ecuación balanceada fijan la proporción en la que las sustancias se combinan. Dicha proporción es una relación de moles, no de gramos ni de mililitros, razón por la cual todo cálculo estequiométrico pasa por el mol en su camino desde lo que se mide hasta lo que se predice.

Este laboratorio pone a prueba esa predicción en una neutralización. El ácido sulfúrico es diprótico: cada unidad fórmula puede liberar dos protones, por lo que requiere dos moles de hidróxido de sodio por cada uno de los suyos, y la ecuación equilibrada dice  $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + 2 \text{NaOH}(\text{aq}) \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4(\text{ac}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ . Ambos productos son invisibles en el momento en que se forman —el sulfato de sodio permanece disuelto y el agua nueva simplemente se une al agua que ya estaba allí—, por lo que la única manera de ver qué se fabricó es eliminar el disolvente.

En este laboratorio pipeteará 10 mL de ácido sulfúrico 1,0 mol/L y 10 mL de hidróxido de sodio 2,0 mol/L en una cápsula de porcelana que ya ha sido pesada, evaporará el agua en una placa calefactora, secará el residuo a 70 °C y pesará la cápsula nuevamente. Debido a que la cápsula, el papel de filtro y la varilla de agitación se colocan en la balanza ambas veces, sus masas se cancelan en la sustracción y la diferencia es la masa de la sal únicamente. Esa masa medida se compara entonces con la masa que predice la ecuación equilibrada. La comparación, en lugar de la sal, es el resultado del experimento.

## OBJETIVOS

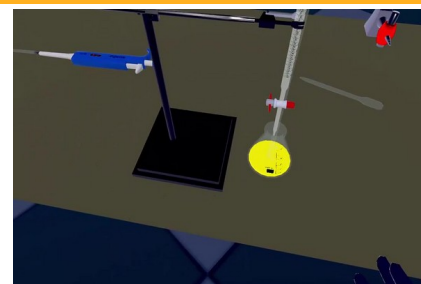
- Interpretación de una ecuación química equilibrada
- Conversión entre concentración, volumen, cantidad y masa
- Reconocimiento de cantidades estequiométricas y limitantes
- Técnica de laboratorio cuantitativa
- Aislamiento de un producto disuelto
- Comparación de una medición con una predicción
- Manejo seguro de sustancias corrosivas y equipos calientes

Página del laboratorio: [proteus-vr.com/es/laboratorios/51-estequiometria-q3-2025/](https://proteus-vr.com/es/laboratorios/51-estequiometria-q3-2025/)



## 052 — Titulación ácido-base 2

|                            |                                           |
|----------------------------|-------------------------------------------|
| <b>IB Programme</b>        | Chemistry — Neutralization                |
| <b>Secondary Programme</b> | DP Chemistry                              |
| <b>Syllabus Reference</b>  | Reactivity 3 – Chemical change            |
| <b>NGSS (HS)</b>           | HS-PS1-2; HS-PS1-7 · SEP 3, SEP 5 · CCC 5 |
| <b>NGSS (MS)</b>           | MS-PS1-2                                  |
| <b>Summary</b>             | Titration and stoichiometry calculations  |



### DESCRIPCIÓN GENERAL

La titulación es la forma estándar de responder a una pregunta que no se puede responder a simple vista: cuánto hay de una sustancia disuelta. Se añade una solución de concentración conocida a un volumen medido de la desconocida, en pequeñas cantidades controladas, hasta que se ha añadido exactamente la cantidad suficiente para consumirla. El volumen necesario se lee en una bureta y, debido a que la ecuación equilibrada fija la proporción en la que reaccionan las dos sustancias, ese volumen proporciona directamente la concentración desconocida. Las plantas de tratamiento de agua, las lecherías, las bodegas, los operarios de piscinas y los laboratorios clínicos realizan titulaciones diariamente, y la técnica sigue siendo el método de referencia con el que se calibran análisis instrumentales más rápidos.

La química subyacente es la neutralización. El ácido clorhídrico y el hidróxido de sodio reaccionan en una proporción de un mol a un mol,  $\text{HCl(aq)} + \text{NaOH(aq)} \rightarrow \text{NaCl(aq)} + \text{H}_2\text{O}$  sea, en el momento en que el ácido se consume exactamente, la cantidad de base añadida es igual a la cantidad de ácido que había. Ese momento es el punto de equivalencia y, debido a que el cloruro de sodio es la sal de un ácido fuerte y una base fuerte, ninguno de sus iones reacciona con el agua y la solución en el punto de equivalencia es exactamente neutra, pH 7.00. El problema es verlo. Se añade un indicador —aquí azul de bromotimol, que es amarillo por debajo de pH 6.0 y azul por encima de pH 7.6— para que la solución cambie de color a medida que se cruza el punto de equivalencia.

En este laboratorio sujetará con una pinza una bureta de 50 mL a un soporte, la llenará con hidróxido de sodio 2,0 mol/L con el menisco ajustado a cero y sin burbujas en la llave de paso, pipeteará 10 mL de ácido clorhídrico de concentración desconocida en un matraz Erlenmeyer y añadirá tres gotas de azul de bromotimol. A continuación, liberará la base gota a gota, mezclando después de cada una, hasta que la solución amarilla cambie. Contar las gotas proporciona el volumen de base suministrado, y a partir de ese volumen la concentración del ácido se deduce en dos líneas de aritmética. Esta es la primera titulación verdadera de la colección: el laboratorio 047, a pesar de su título, es una determinación de pH colorimétrica sin bureta y sin punto de equivalencia.

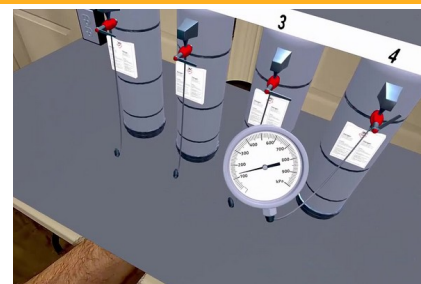
### OBJETIVOS

- El principio del análisis volumétrico
- Estequiometría de la neutralización
- Elegir y leer un indicador
- Técnica de material volumétrico de vidrio
- Tratamiento y precisión de los datos
- Seguridad con sustancias corrosivas concentradas

Página del laboratorio: [proteus-vr.com/es/laboratorios/052-titulacion-acido-base-2/](https://proteus-vr.com/es/laboratorios/052-titulacion-acido-base-2/)

## 053 — La presión de los gases

|                            |                                            |
|----------------------------|--------------------------------------------|
| <b>IB Programme</b>        | Chemistry — States of Matter               |
| <b>Secondary Programme</b> | DP Chemistry / DP Physics                  |
| <b>Syllabus Reference</b>  | Structure 1.5 – Ideal gases / B.3 Gas laws |
| <b>NGSS (HS)</b>           | HS-PS1-3; HS-PS3-2 · SEP 4, SEP 5 · CCC 5  |
| <b>NGSS (MS)</b>           | MS-PS1-4                                   |
| <b>Summary</b>             | Measuring gas pressure with a manometer    |



### DESCRIPCIÓN GENERAL

La presión es la fuerza distribuida sobre un área y, en el caso de un gas, es el efecto acumulativo de incontables moléculas que golpean las paredes de su recipiente. Es una de las pocas propiedades de un gas que se puede leer directamente en un instrumento, razón por la cual casi cualquier aplicación práctica con gases comienza midiéndola: un buzo que revisa una botella antes de entrar al agua, un técnico que carga un circuito de refrigeración, una enfermera que trabaja con un regulador de oxígeno medicinal, un mecánico que ajusta la presión de los neumáticos. El instrumento que realiza la lectura en casi todos estos casos es el manómetro de esfera Bourdon, patentado por Eugène Bourdon en 1849 y que sigue siendo el estándar después de ciento setenta años.

Dentro de dicho manómetro hay un tubo de metal aplanado, doblado en arco y sellado en un extremo. Aumentar la presión en su interior hace que su sección transversal ovalada sea más redonda, y un tubo cuya sección transversal se redondea tiene que volverse más recto, por lo que el extremo sellado oscila hacia afuera una pequeña distancia. Un varillaje y un mecanismo de piñón y cremallera multiplican ese movimiento para convertirlo en el recorrido de una aguja a través de una esfera. Nada se mide eléctricamente y nada necesita una fuente de alimentación; la deflexión de una pieza de metal está haciendo el trabajo. Debido a que el exterior del tubo está expuesto a la habitación, el manómetro responde a la diferencia entre la presión interna y la presión atmosférica externa: lee la presión manométrica y marca cero cuando está abierto al aire.

En este laboratorio medirá la presión contenida en cuatro cilindros de gas sellados. Para cada uno a su vez, conectará el manómetro a la manguera del cilindro, abrirá la válvula del cilindro con un toque, dejará que la aguja se estabilice, leerá la esfera en kilopascales, cerrará la válvula y desconectará la manguera antes de pasar al siguiente. La técnica es breve y la disciplina es el punto clave: conectar antes de abrir, leer solo una vez que la aguja se haya detenido y cerrar la válvula antes de desconectar cualquier cosa. Las lecturas se convierten entonces en la materia prima para todo lo que sigue en los laboratorios de gas: la relación presión-volumen en los laboratorios 054 y 055, y el efecto de la temperatura en el 056.

### OBJETIVOS

- Comprender qué es la presión
- Manejo de un manómetro de tubo Bourdon
- Lectura de una escala analógica
- Presión manométrica y presión absoluta
- Trabajando con unidades de presión
- Manejo seguro del gas comprimido

Página del laboratorio: [proteus-vr.com/es/laboratorios/la-presion-de-los-gases/](https://proteus-vr.com/es/laboratorios/la-presion-de-los-gases/)



# 054 — La relación entre el volumen y la presión de un gas 1

|                            |                                        |
|----------------------------|----------------------------------------|
| <b>IB Programme</b>        | Chemistry — Energy & Systems           |
| <b>Secondary Programme</b> | DP Chemistry / DP Physics              |
| <b>Syllabus Reference</b>  | Structure 1.5 – Ideal gases            |
| <b>NGSS (HS)</b>           | HS-PS3-2 · SEP 4, SEP 5 · CCC 1, CCC 5 |
| <b>NGSS (MS)</b>           | MS-PS1-4                               |
| <b>Summary</b>             | Boyle's Law experiment                 |



## DESCRIPCIÓN GENERAL

Un gas no tiene un tamaño fijo. Comprímelo y ocupa menos espacio; suéltalo y se vuelve a expandir. Los ingenieros dependen de ese comportamiento cada vez que diseñan una bomba de bicicleta, la carrera de compresión de un motor, un regulador de buceo, un freno neumático o una jeringa, y así es como funciona la respiración: la cavidad torácica se agranda, la presión dentro de los pulmones cae por debajo de la presión de la habitación y el aire fluye hacia adentro. La afirmación cuantitativa detrás de todo ello es la ley de Boyle: a temperatura constante, una cantidad fija de gas cumple que  $P \times V = \text{constante}$ , por lo que la presión y el volumen son inversamente proporcionales.

La razón microscópica es que la presión no es más que la fuerza acumulada de las moléculas golpeando las paredes de su recipiente. Comprimir un gas no hace que sus moléculas sean más rápidas; eso requeriría calentarlas. Empaca el mismo número de moléculas en un espacio más pequeño, por lo que más de ellas llegan a la pared cada segundo y la fuerza por unidad de área aumenta en proporción exacta al amontonamiento. Reduzca el volumen a la mitad y la presión se duplicará; duplique el volumen y se reducirá a la mitad.

En este laboratorio sellará exactamente 50 mL de aire ambiente dentro de una jeringa graduada, la conectará a un manómetro de cuadrante a través de un accesorio hermético y luego cambiará el volumen en pequeños pasos —primero tirando del émbolo hacia los 100 mL, luego empujándolo hacia los 20 mL— leyendo la presión en cada paso. Representar la presión frente al volumen da una hipérbola; representarla frente al recíproco del volumen endereza esa hipérbola en una línea que pasa por el origen cuya pendiente es la constante  $P_1V_1$ . Devolver el émbolo a 50 mL al final de cada tramo y comprobar que la presión inicial se recupera es la prueba de fugas que determina si se puede confiar en la ejecución.

## OBJETIVOS

- Familiarización con el entorno del laboratorio
- Manipulación de un sistema de gas sellado
- Medición y registro de datos
- Tratamiento cuantitativo de la ley de Boyle
- Control experimental y validez

Página del laboratorio: [proteus-vr.com/es/laboratorios/la-relacion-entre-el-volumen-y-la-presion-de-un-gas-1/](https://proteus-vr.com/es/laboratorios/la-relacion-entre-el-volumen-y-la-presion-de-un-gas-1/)

# 055 — La relación entre el volumen y la presión de un gas 2

|                            |                                        |
|----------------------------|----------------------------------------|
| <b>IB Programme</b>        | Chemistry — Energy & Systems           |
| <b>Secondary Programme</b> | DP Chemistry / DP Physics              |
| <b>Syllabus Reference</b>  | Structure 1.5 – Ideal gases            |
| <b>NGSS (HS)</b>           | HS-PS3-2 · SEP 4, SEP 5 · CCC 1, CCC 5 |
| <b>NGSS (MS)</b>           | MS-PS1-4                               |
| <b>Summary</b>             | Advanced Boyle's Law demonstration     |



## DESCRIPCIÓN GENERAL

El aparato de Boyle es el instrumento que hizo medible la primera ley de los gases, y una versión del mismo sigue presente en la mayoría de los laboratorios de enseñanza de física y química. Una cantidad fija de aire queda atrapada en un tubo vertical graduado sobre un depósito de aceite; el aceite es incompresible y hermético al gas, por lo que actúa como un pistón que sella perfectamente y se desliza sin fricción. Al bombear aire hacia el depósito, el aceite asciende, comprimiendo la columna atrapada en un espacio cada vez más pequeño mientras un manómetro registra la presión. El mismo principio rige una bomba de bicicleta, la carrera de compresión de un motor, un aerosol, los pulmones de un buceador al ascender y el acumulador hidráulico de una maquinaria pesada.

La relación que se está midiendo es la ley de Boyle: para una cantidad fija de gas a temperatura constante,  $P \times V$  es una constante. La presión es la fuerza acumulada de las moléculas que golpean las paredes, por lo que empaquetar el mismo número de moléculas en la mitad del espacio duplica la frecuencia con la que llegan y duplica la presión. Deben cumplirse dos condiciones para que la ley sea exacta, y ambas son condiciones que el aparato debe operarse con cuidado para cumplir: la cantidad de gas atrapado no debe cambiar, que es lo que garantiza el sello de aceite, and la temperatura no debe cambiar, por lo cual se le da tiempo al aire comprimido para enfriarse antes de anotar nada.

En este laboratorio conectará la bomba manual, comprobará que la llave esté abierta y bombeará hasta que el manómetro indique unos 500 kPa, observando cómo asciende el aceite y se reduce la columna de aire. A continuación, cierra la válvula, espera un minuto a que el aire comprimido vuelva a la temperatura ambiente y anota el volumen de la columna de aire y la presión. Al liberar el aire por etapas se obtiene una serie de lecturas emparejadas desde la columna comprimida de nuevo hasta su total de 200 ml. Al representar la presión en función del volumen se obtiene una hipérbola; al representarla en función de  $1/V$ , esa curva se endereza en una línea que pasa por el origen y cuya pendiente es la constante de Boyle para la muestra sellada.

## OBJETIVOS

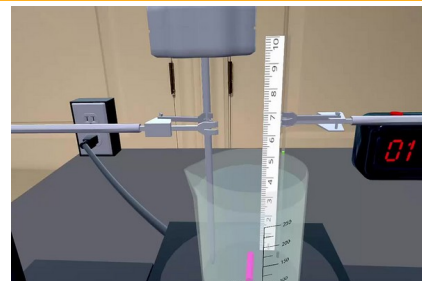
- Familiarización con el entorno del laboratorio
- Operar un sistema presurizado de forma segura
- Medición y registro de datos
- Tratamiento cuantitativo de la ley de Boyle
- Evaluación crítica de la medición

Página del laboratorio: [proteus-vr.com/es/laboratorios/la-relacion-entre-el-volumen-y-la-presion-de-un-gas-2/](https://proteus-vr.com/es/laboratorios/la-relacion-entre-el-volumen-y-la-presion-de-un-gas-2/)



## 056 — La relación entre la temperatura y el volumen de un gas

|                            |                                        |
|----------------------------|----------------------------------------|
| <b>IB Programme</b>        | Chemistry — Change, Energy             |
| <b>Secondary Programme</b> | DP Chemistry / DP Physics              |
| <b>Syllabus Reference</b>  | Structure 1.5 – Ideal gases            |
| <b>NGSS (HS)</b>           | HS-PS3-2 · SEP 4, SEP 5 · CCC 1, CCC 5 |
| <b>NGSS (MS)</b>           | MS-PS1-4                               |
| <b>Summary</b>             | Charles' Law experiment                |



### DESCRIPCIÓN GENERAL

Calienta un gas y este se expande. Ese único hecho mantiene un globo aerostático en el cielo, impulsa la convección que hace circular el aire en una habitación, hace que el pan suba y es la razón por la que se enciende la luz de advertencia de la presión de los neumáticos de un coche durante la primera mañana fría del invierno. Expresado cuantitativamente, es la ley de Charles: para una cantidad fija de gas mantenida a presión constante, el volumen es directamente proporcional a la absoluta temperatura,  $V / T = \text{constante}$ . La palabra absoluto está haciendo el trabajo — la proporcionalidad solo se cumple cuando la temperatura se cuenta desde el punto en que cesaría el movimiento molecular, y no desde el punto de congelación del agua.

La razón es el mismo cuadro cinético que explica la ley de Boyle, reproducido a la inversa. La temperatura determina la rapidez con la que se mueven las moléculas. Si se calienta el gas, cada molécula llega a la pared con más fuerza y más frecuencia, por lo que, si estuviera confinada, la presión aumentaría. Aquí no está confinada: el gas es libre de empujar su sello a lo largo del tubo hasta que se ha extendido lo suficiente como para que los choques vuelvan a equilibrar la presión de la habitación exterior. El volumen en el que se estabiliza es proporcional a la temperatura absoluta.

En este laboratorio atraparé una columna corta de aire en un tubo capilar de vidrio de 0,5 mm de radio interno, sellado en la parte superior por una gota de aceite de oliva que se desliza libremente y no presenta fugas. El tubo se sujeta junto a una regla y se sumerge en un vaso de precipitados con agua helada sobre una placa calefactora con agitador. Calentar el baño en intervalos de unos diez grados y leer la altura de la base de la gota en cada meseta proporciona diez pares coincidentes de temperatura y longitud. Debido a que el calibre es uniforme, la altura es el volumen salvo por un factor constante, de modo que un gráfico de la altura frente a la temperatura es un gráfico de la ley de Charles, y el punto donde esa línea recta alcanza una altura cero es el cero absoluto, ubicado desde un banco en una habitación templada.

### OBJETIVOS

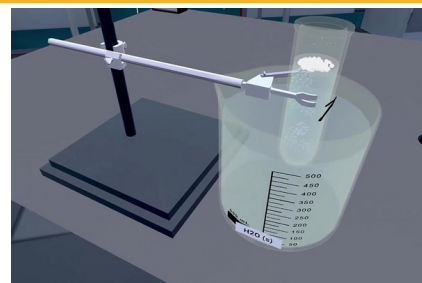
- Familiarización con el entorno del laboratorio
- Preparación de una muestra sellada
- Medición y registro de datos
- Tratamiento cuantitativo de la ley de Charles
- Evaluación crítica de la medición

Página del laboratorio: [proteus-vr.com/es/laboratorios/la-relacion-entre-la-temperatura-y-el-volumen-de-un-gas/](https://proteus-vr.com/es/laboratorios/la-relacion-entre-la-temperatura-y-el-volumen-de-un-gas/)



## 057 — La relación entre la solubilidad de los gases y la temperatura

|                            |                                           |
|----------------------------|-------------------------------------------|
| <b>IB Programme</b>        | Chemistry — Change & Systems              |
| <b>Secondary Programme</b> | DP Chemistry                              |
| <b>Syllabus Reference</b>  | Reactivity 1 – Energy changes             |
| <b>NGSS (HS)</b>           | HS-PS1-5; HS-PS3-2 · SEP 4 · CCC 1, CCC 5 |
| <b>NGSS (MS)</b>           | MS-PS1-4                                  |
| <b>Summary</b>             | Temperature dependence of solubility      |



### DESCRIPCIÓN GENERAL

Cada bebida carbonatada es un gas retenido en un líquido bajo presión, y todas ellas terminan perdiendo el gas tarde o temprano. La relación que hay detrás de esa observación cotidiana no es una simple curiosidad: rige la cantidad de oxígeno que un río puede contener para sus peces, la cantidad de dióxido de carbono que el océano absorbe de la atmósfera, la forma en que una cervecera carbonata su producto, cómo una planta de tratamiento elimina el gas disuelto del agua de alimentación de una caldera antes de que corra las tuberías, y por qué una muestra de gases en sangre debe mantenerse fría de camino al laboratorio. En cada caso, la cantidad que importa es la concentración de un gas disuelto en un líquido, y hay dos cosas que la determinan: la presión de ese gas por encima del líquido y la temperatura del propio líquido.

La relación que rige esto es la ley de Henry: en el equilibrio, la concentración de un gas disuelto es proporcional a su presión parcial sobre la solución. La constante de proporcionalidad depende fuertemente de la temperatura y, para un gas, actúa en dirección opuesta a la de la mayoría de los sólidos: calentar un líquido expulsa el gas disuelto en lugar de permitir que se disuelva más. La razón es que disolver un gas libera calor, por lo que, según el principio de Le Chatelier, añadir calor desplaza el equilibrio de vuelta hacia la fase gaseosa. En este laboratorio, mantendrás tres tubos de ensayo sellados con agua con gas a tres temperaturas diferentes —uno en un baño de hielo, uno en agua caliente y otro sobre la mesa del laboratorio—, para luego quitar los tapones y cronometrar cuánto dura la efervescencia en cada uno. La temperatura es lo único que difiere entre los tubos; el líquido, el volumen y la presión inicial son idénticos en los tres, por lo que cualquier diferencia en el resultado se debe únicamente a la temperatura.

### OBJETIVOS

- Familiarización con el entorno del laboratorio
- Construcción de una comparación controlada
- Funcionamiento de soportes y pinzas universales
- Observación y sincronización
- Aplicación de la ley de Henry
- Razonamiento termodinámico
- Evaluación crítica de la evidencia

Página del laboratorio: [proteus-vr.com/es/laboratorios/relacion-entre-la-solubilidad-del-gas-y-la-temperatura/](https://proteus-vr.com/es/laboratorios/relacion-entre-la-solubilidad-del-gas-y-la-temperatura/)

## 059 — Velocidad de reacción y entalpía

|                            |                                                  |
|----------------------------|--------------------------------------------------|
| <b>IB Programme</b>        | Chemistry — Reaction kinetics                    |
| <b>Secondary Programme</b> | DP Chemistry                                     |
| <b>Syllabus Reference</b>  | Reactivity 1 – Energy cycles                     |
| <b>NGSS (HS)</b>           | HS-PS1-4; HS-PS1-5 · SEP 3, SEP 6 · CCC 5, CCC 7 |
| <b>NGSS (MS)</b>           | MS-PS1-6                                         |
| <b>Summary</b>             | Calorimetry and reaction enthalpy                |



### DESCRIPCIÓN GENERAL

La calorimetría es la forma en que se mide el contenido energético de cualquier cosa: la cifra de calorías en una etiqueta de alimentos, el valor calorífico de un combustible, el calor residual que emite una batería mientras se carga, el calor liberado cuando el hormigón fragua en el muro de una presa. El método nunca cambia: realizar el proceso dentro de un recipiente aislado cuya capacidad calorífica se conoce, y medir el cambio de temperatura de lo que está dentro. Aquí el proceso es la reacción del magnesio metálico con ácido clorhídrico,  $\text{Mg(s)} + 2 \text{HCl(aq)} \rightarrow \text{MgCl}_2\text{(ac)} + \text{H}_2\text{(g)}$ , que es una de las reacciones más fuertemente exotérmicas disponibles a escala escolar.

La energía almacenada en el enlace metálico del magnesio y en los protones hidratados del ácido se libera a medida que avanza la reacción y, debido a que un calorímetro pierde muy poco calor hacia la sala, casi toda se manifiesta como un aumento en la temperatura del líquido. Medir la magnitud de dicho aumento proporciona la entalpía de la reacción. Como la temperatura se registra de forma continua en lugar de leerse una sola vez al final, el mismo experimento responde a una segunda pregunta al mismo tiempo: qué tan rápido transcurre la reacción, deducido de cuán empinada es la subida de la temperatura y de cuándo se estabiliza. Ambas respuestas están vinculadas, porque el calor que libera la reacción calienta la mezcla y una mezcla más caliente reacciona más rápido. En este laboratorio, usted medirá 100 mL de ácido clorhídrico en el calorímetro y registrará su temperatura, pesará unos 0.2 g de polvo de magnesio y los añadirá, cerrará la tapa, pondrá en marcha el agitador y el cronómetro, y seguirá la temperatura en la gráfica de la tableta hasta que deje de subir.

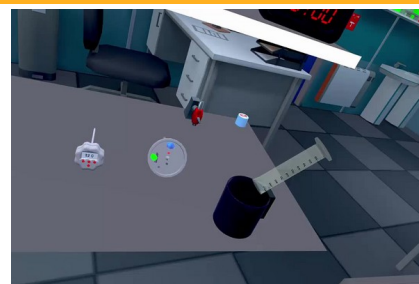
### OBJETIVOS

- Familiarización con el banco de calorimetría
- Uso de la balanza y de un platillo de pesaje
- Funcionamiento del calorímetro
- Seguimiento de una reacción en tiempo real
- Cálculo de entalpía
- Velocidad de reacción
- Evaluación crítica de la medición

Página del laboratorio: [proteus-vr.com/es/laboratorios/velocidad-de-reaccion-y-entalpia/](https://proteus-vr.com/es/laboratorios/velocidad-de-reaccion-y-entalpia/)

## 060 — Velocidad de reacción entre moléculas

|                            |                                   |
|----------------------------|-----------------------------------|
| <b>IB Programme</b>        | Chemistry — Change, Energy        |
| <b>Secondary Programme</b> | DP Chemistry                      |
| <b>Syllabus Reference</b>  | Reactivity 2.2 – Rate of reaction |
| <b>NGSS (HS)</b>           | HS-PS1-5 · SEP 2, SEP 4 · CCC 2   |
| <b>NGSS (MS)</b>           | MS-PS1-2                          |
| <b>Summary</b>             | Comparing a metal with its oxide  |



### DESCRIPCIÓN GENERAL

Dos sustancias, un ácido, un calorímetro y una pregunta que un solo experimento no puede responder: ¿cuánta energía se libera cuando el magnesio arde en oxígeno? El magnesio arde con demasiada intensidad y demasiado brillo como para medirlo directamente en un calorímetro escolar, y no se puede lograr que la reacción ocurra lentamente en un vaso de precipitados con agua. La forma de sortear el problema es el truco estándar de la termoquímica: medir dos reacciones que lata se realicen de manera segura, y luego combinarlas aritméticamente para llegar a la que no se puede. Esa es la ley de Hess: debido a que la entalpía es una función de estado, el cambio de energía entre dos estados no depende de la ruta tomada entre ellos, por lo que una reacción que es imposible de medir se puede ensamblar a partir de reacciones que son fáciles.

Las dos reacciones fáciles son las que se realizan aquí. El magnesio metálico se disuelve en ácido clorhídrico, produciendo hidrógeno y una solución de cloruro de magnesio; el óxido de magnesio se disuelve en el mismo ácido, produciendo la misma solución y agua en lugar de hidrógeno. Ambas son exotérmicas, ambas llegan a completarse en pocos minutos y ambas son seguras en un recipiente cerrado con ácido diluido. Restando una de la otra, y sumando la entalpía de formación conocida del agua líquida, queda exactamente la combustión del magnesio. En este laboratorio, usted llevará a cabo ambas reacciones sucesivamente en el mismo calorímetro con 100 mL de ácido clorhídrico 1 mol/L, registrará la temperatura antes y después de cada una, y seguirá ambas en el mismo gráfico de temperatura frente al tiempo —lo cual también hace visible el segundo punto del laboratorio: que dos reacciones entre los mismos elementos pueden liberar cantidades de energía muy diferentes a velocidades muy diferentes.

### OBJETIVOS

- Familiarización con el banco de calorimetría
- Ejecutando una medición repetida limpiamente
- Dos reacciones del mismo metal
- Medición calorimétrica
- Ley de Hess
- Comparando tasas y energías
- Evaluación crítica del resultado

Página del laboratorio: [proteus-vr.com/es/laboratorios/tasa-de-reaccion-entre-moleculas/](https://proteus-vr.com/es/laboratorios/tasa-de-reaccion-entre-moleculas/)



## 061 — La influencia de la superficie de contacto en la velocidad de reacción 1

|                            |                                   |
|----------------------------|-----------------------------------|
| <b>IB Programme</b>        | Chemistry — Change, Energy        |
| <b>Secondary Programme</b> | DP Chemistry                      |
| <b>Syllabus Reference</b>  | Reactivity 2.2 – Rate of reaction |
| <b>NGSS (HS)</b>           | HS-PS1-5 · SEP 3, SEP 4 · CCC 2   |
| <b>NGSS (MS)</b>           | MS-PS1-2                          |
| <b>Summary</b>             | Surface area and reaction rate    |



### DESCRIPCIÓN GENERAL

Moler un sólido es una de las formas más antiguas de acelerar una reacción lenta. Las tabletas farmacéuticas se muelen a un tamaño de partícula controlado para que se disuelvan a una velocidad predecible, el cemento se muele a una finura especificada porque eso es lo que determina la rapidez con la que fragua el hormigón, y una central eléctrica quema carbón pulverizado en segundos donde un trozo del mismo carbón ardería lentamente durante horas. En ninguno de estos casos ha cambiado la química. Lo que ha cambiado es la cantidad de superficie en la que se permite que ocurra la reacción.

Una reacción entre un sólido y una solución solo puede tener lugar donde ambas fases se encuentran, por lo que su velocidad es proporcional al área de esa interfaz. Dividir una masa fija de metal en trozos más pequeños deja la masa, el número de moles y la energía total disponible para su liberación exactamente como estaban, pero multiplica el área sobre la cual el ácido puede llegar. Por lo tanto, el área superficial cambia la rapidez con la que se desarrolla una reacción sin alterar hasta dónde llega ni cuánto calor desprende, y mantener esas dos ideas separadas es el principal trabajo intelectual de este laboratorio.

En este laboratorio realizará una reacción dos veces y cambiará una sola cosa en ella. En ambas partes se colocan 0,60 g de magnesio en 100 ml de ácido clorhídrico 1 mol/L dentro de un calorímetro cerrado equipado con un agitador y un termómetro digital; la Parte 1 utiliza polvo de magnesio y la Parte 2 una masa igual de cinta de magnesio. Para cada ensayo anotará la temperatura inicial, seguirá la temperatura en función del tiempo en el gráfico de la tableta, leerá la temperatura máxima y cronometrará el tiempo que tarda la reacción en terminar. Debido a que ambos ensayos contienen el mismo número de moles de magnesio, se espera que liberen la misma cantidad de calor; lo que se le pide que compare es la velocidad a la que aparece ese calor.

### OBJETIVOS

- Área superficial y velocidad de reacción
- Lectura de una curva de temperatura-tiempo
- Separar la velocidad de la energía
- Calorimetría cuantitativa
- Comparación controlada y práctica de laboratorio

Página del laboratorio: [proteus-vr.com/es/laboratorios/la-influencia-de-la-superficie-de-contacto-en-la-velocidad-de-reaccion-1/](https://proteus-vr.com/es/laboratorios/la-influencia-de-la-superficie-de-contacto-en-la-velocidad-de-reaccion-1/)



## 062 — La influencia de la superficie de contacto en la velocidad de reacción 2

|                            |                                               |
|----------------------------|-----------------------------------------------|
| <b>IB Programme</b>        | Chemistry — Change, Energy                    |
| <b>Secondary Programme</b> | DP Chemistry                                  |
| <b>Syllabus Reference</b>  | Reactivity 2.2 – Rate of reaction             |
| <b>NGSS (HS)</b>           | HS-PS1-5 · SEP 3, SEP 4 · CCC 2               |
| <b>NGSS (MS)</b>           | MS-PS1-2                                      |
| <b>Summary</b>             | Surface area, concentration and acid strength |



### DESCRIPCIÓN GENERAL

La piedra caliza es atacada por el ácido siempre que ambos entran en contacto, y las consecuencias son visibles en una escala que va de lo industrial a lo geológico. Los gases de combustión se depuran con piedra caliza finamente molida porque un polvo reacciona en minutos donde un bloque tardaría días; los trabajos en piedra esculpida en edificios antiguos son devorados por la lluvia acidificada a un ritmo que depende de cuán desgastada y porosa se haya vuelto la superficie; y sistemas enteros de cuevas son disueltos en la piedra caliza por agua subterránea que no transporta nada más fuerte que dióxido de carbono disuelto. En cada caso la reacción es la misma, y lo que difiere es cuán rápido se desarrolla.

Tres cosas rigen esa velocidad: cuánta superficie presenta el sólido, cuán concentrado está el ácido y con qué facilidad el ácido cede sus protones. Las dos primeras actúan sobre el número de colisiones por segundo entre el ácido y el carbonato, la tercera sobre cuántas de las moléculas de ácido presentes están realmente disociadas en un momento dado. Las tres pueden separarse experimentalmente cambiando una de ellas a la vez y cronometrando la reacción, que es lo que hace este laboratorio.

Llevarás a cabo cuatro reacciones de carbonato de calcio con ácido en una placa calefactora agitada y cronometrarás cada una hasta su finalización. La prueba A — 2,71 g de carbonato de calcio en polvo en 100 ml de ácido clorhídrico 2 mol/l — es la referencia, y cada una de las otras tres modifica exactamente un aspecto de esta: la prueba B reemplaza el ácido fuerte con ácido etanoico a la misma concentración, la prueba C reemplaza el polvo con trozos del mismo material y la prueba D reduce a la mitad la concentración del ácido clorhídrico. El ácido está en gran exceso en todas las pruebas, por lo que las cuatro llegan a completarse y la única cantidad que difiere es el tiempo empleado. Comparar cada prueba con la A de forma sucesiva aísla el efecto de la fuerza del ácido, de la superficie de contacto y de la concentración.

### OBJETIVOS

- Superficie de contacto y velocidad de reacción
- Concentración y velocidad de reacción
- Ácidos fuertes y débiles
- Diseño experimental y medición
- Práctica de laboratorio

Página del laboratorio: [proteus-vr.com/es/laboratorios/la-influencia-de-la-superficie-de-contacto-en-la-velocidad-de-reaccion-2/](https://proteus-vr.com/es/laboratorios/la-influencia-de-la-superficie-de-contacto-en-la-velocidad-de-reaccion-2/)

## 063 — La influencia de la concentración en la velocidad de reacción 1

|                            |                                          |
|----------------------------|------------------------------------------|
| <b>IB Programme</b>        | Chemistry — Change, Energy               |
| <b>Secondary Programme</b> | DP Chemistry                             |
| <b>Syllabus Reference</b>  | Reactivity 2.2 – Rate of reaction        |
| <b>NGSS (HS)</b>           | HS-PS1-5 · SEP 3, SEP 4 · CCC 2          |
| <b>NGSS (MS)</b>           | MS-PS1-2                                 |
| <b>Summary</b>             | Concentration and rate of gas production |



### DESCRIPCIÓN GENERAL

Recoger el gas que desprende una reacción es una de las formas más antiguas de seguir su curso y sigue siendo una de las más directas: cada mililitro que aparece en la bureta representa un número conocido de moléculas, por lo que un tubo graduado y un cronómetro bastan para convertir un cambio químico en una curva. La misma medida se utiliza industrialmente siempre que un gas es el producto o subproducto de un proceso —producción de hidrógeno, fermentación, digestión anaeróbica de biomasa, curado del hormigón— y en el laboratorio analítico es el método con el que se determina el contenido de carbonato y la potencia de un comprimido efervescente.

La velocidad de una reacción entre un sólido y un reactivo disuelto se determina en la superficie donde ambos se encuentran. Las moléculas disueltas llegan a esa superficie con una frecuencia proporcional a cuántas de ellas hay por unidad de volumen, por lo que duplicar la concentración del ácido duplica aproximadamente el número de encuentros productivos cada segundo. Por lo tanto, la concentración cambia la rapidez con la que transcurre la reacción, pero no hasta dónde llega: la cantidad de producto está determinada por el reactivo que se agota primero, que en este caso es siempre el magnesio.

En este laboratorio construirá una bureta de gas llena de agua e invertida sobre un vaso de precipitados, hará reaccionar aproximadamente 0,2 g de polvo de magnesio con 150 mL de ácido clorhídrico en un matraz Erlenmeyer agitado, y leerá el volumen de hidrógeno recolectado cada diez segundos. La prueba se repite a tres concentraciones de ácido —0,3, 0,2 y 0,5 mol/L— manteniendo constante la masa de magnesio, de modo que la única variable sea la fuerza del ácido. Comparar las tres curvas separa las dos preguntas que un experimento de cinética siempre debe mantener separadas: qué tan rápido transcurre la reacción y cuánto produce.

### OBJETIVOS

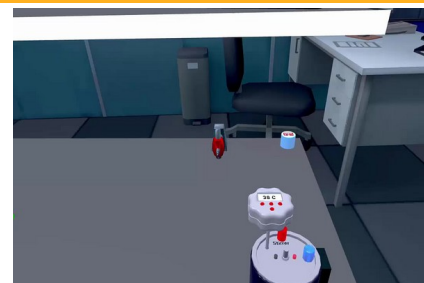
- Montaje y funcionamiento de un aparato de recolección de gas
- Estequiometría y las leyes de los gases
- Cinética química
- Medición cuantitativa y representación gráfica
- Interpretación de datos
- Seguridad y gestión de residuos

Página del laboratorio: [proteus-vr.com/es/laboratorios/la-influencia-de-la-concentracion-en-la-velocidad-de-reaccion-1/](https://proteus-vr.com/es/laboratorios/la-influencia-de-la-concentracion-en-la-velocidad-de-reaccion-1/)



## 064 — La influencia de la concentración en la velocidad de reacción 2

|                            |                                   |
|----------------------------|-----------------------------------|
| <b>IB Programme</b>        | Chemistry — Change, Energy        |
| <b>Secondary Programme</b> | DP Chemistry                      |
| <b>Syllabus Reference</b>  | Reactivity 2.2 – Rate of reaction |
| <b>NGSS (HS)</b>           | HS-PS1-5 · SEP 3, SEP 4 · CCC 2   |
| <b>NGSS (MS)</b>           | MS-PS1-2                          |
| <b>Summary</b>             | Concentration and reaction rate   |



### DESCRIPCIÓN GENERAL

Una reacción que desprende calor anuncia su propio progreso. Si el recipiente está lo suficientemente bien aislado como para que el calor permanezca donde se produce, la temperatura del contenido aumenta al mismo ritmo que la cantidad de reacción que ha tenido lugar, por lo que un termómetro se convierte a la vez en reloj y en vara de medir: la magnitud de la subida indica cuánto ha reaccionado, y lo empinada que es indica la velocidad. Los ingenieros químicos utilizan exactamente esta lectura para controlar los reactores industriales, donde una reacción desbocada se detecta como una temperatura que sube más rápido de lo que la refrigeración puede eliminarla, y la calorimetría de este tipo es el método con el que se certifica el contenido energético de un combustible o un alimento.

Se están leyendo dos cosas separadas del mismo rastro, y mantenerlas separadas es el objetivo del laboratorio. ¿Cómo lejos una reacción se ve limitada por el reactivo que se agota primero, y aquí ese es siempre el magnesio: la misma masa de metal libera la misma cantidad de calor, por lo que la temperatura final es la misma sea cual sea el ácido. Cómo rápido Esto ocurre en la superficie del metal, donde los iones de hidronio disueltos llegan a una velocidad proporcional a cuántos de ellos hay en cada mililitro de solución. Duplica la concentración y la reacción debería terminar en aproximadamente la mitad del tiempo, terminando a la misma temperatura que habría alcanzado de todos modos.

En este laboratorio harás reaccionar unos 0,4 g de polvo de magnesio con 100 mL de ácido clorhídrico dentro de un calorímetro con agitador, seguirás la temperatura en la gráfica de la tableta y registrarás tanto el incremento total como el tiempo que tarda la reacción en terminar. A continuación, la prueba se repite con ácido al doble de concentración. Debido a que solo cambia la concentración entre las dos pruebas, el par de duraciones es suficiente para medir con cuánta intensidad depende la velocidad de la concentración —el orden de reacción— en lugar de limitarse a observar que lo hace.

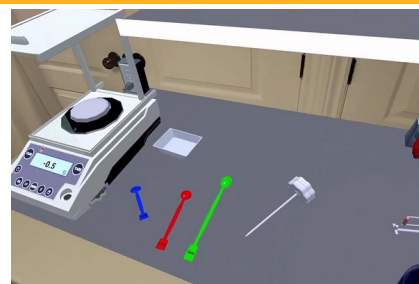
### OBJETIVOS

- Funcionamiento de un calorímetro
- Termoquímica
- Estequiometría y el reactivo limitante
- Cinética química
- Medición e interpretación de datos
- Seguridad y gestión de residuos

Página del laboratorio: [proteus-vr.com/es/laboratorios/la-influencia-de-la-concentracion-en-la-velocidad-de-reaccion-2/](https://proteus-vr.com/es/laboratorios/la-influencia-de-la-concentracion-en-la-velocidad-de-reaccion-2/)

## 065 — Ley de Hess

|                            |                                           |
|----------------------------|-------------------------------------------|
| <b>IB Programme</b>        | Chemistry — Energy, change                |
| <b>Secondary Programme</b> | DP Chemistry                              |
| <b>Syllabus Reference</b>  | Reactivity 1.2 – Energy cycles            |
| <b>NGSS (HS)</b>           | HS-PS1-4 · SEP 5, SEP 6 · CCC 5           |
| <b>NGSS (MS)</b>           | MS-PS1-6                                  |
| <b>Summary</b>             | Thermodynamics and enthalpy relationships |



### DESCRIPCIÓN GENERAL

La calorimetría es la forma en que la química le asigna un valor numérico al calor. Un recipiente se aísla de modo que cualquier energía que un proceso libere o absorba permanezca en su contenido; la temperatura de dicho contenido se lee antes y después, y la energía se deduce a partir de la masa, la capacidad calorífica específica y el cambio de temperatura. Los números obtenidos de este modo son los que un ingeniero de procesos utiliza para dimensionar una camisa de enfriamiento, los que un laboratorio de alimentos reporta como conteo de calorías, y los que una planta de cal o cemento utiliza para calcular el combustible necesario para expulsar el dióxido de carbono de la piedra caliza.

La medida vale la pena porque la entalpía es una función de estado: el calor intercambiado al pasar de un conjunto de sustancias a otro depende únicamente de cuáles sean esas sustancias, no de la ruta tomada entre ellas. Esa es la ley de Hess. Significa que una reacción demasiado lenta, demasiado violenta o demasiado impura para medirla directamente aún puede obtenerse sumando las entalpías de cualquier secuencia de etapas que comience y termine en el lugar correcto. También significa que un calor medido no dice nada por sí solo; tiene que dividirse por la cantidad de sustancia responsable de él, de modo que cada resultado calorimétrico comienza con un recuento de moles y un reactivo limitante.

En este laboratorio ejecutarás cinco procesos en el mismo calorímetro y registrarás la temperatura antes y después de cada uno. Dos son físicos: la mezcla de etanol con agua y la disolución de cloruro de amonio en agua. Intercambian calor en direcciones opuestas. Uno es un control en el que no ocurre nada medible. Los otros dos son químicos: el carbonato de calcio atacado por ácido clorhídrico y el ácido clorhídrico neutralizado por hidróxido de sodio. Convertirás cada cambio de temperatura en una entalpía por mol, compararás los cinco entre sí y luego usarás la ley de Hess para demostrar que el menor de los cinco es la pequeña diferencia entre dos números mucho mayores.

### OBJETIVOS

- Técnica calorimétrica
- Medición de una cantidad de sustancia
- Convertir un cambio de temperatura en una entalpía
- Diferenciar los efectos del calor físico de los químicos
- Aplicación de la ley de Hess
- Interpretación de un experimento de control
- Cómo evaluar hasta qué punto se puede confiar en un resultado calorimétrico

Página del laboratorio: [proteus-vr.com/es/laboratorios/ley-de-hess/](http://proteus-vr.com/es/laboratorios/ley-de-hess/)



## 066 — Reacciones endotérmicas y exotérmicas

|                            |                                                     |
|----------------------------|-----------------------------------------------------|
| <b>IB Programme</b>        | Chemistry — Energy Transfer                         |
| <b>Secondary Programme</b> | DP Chemistry / DP Physics                           |
| <b>Syllabus Reference</b>  | Reactivity 1.2 – Energy cycles / B.4 Thermodynamics |
| <b>NGSS (HS)</b>           | HS-PS1-4 · SEP 3, SEP 6 · CCC 5                     |
| <b>NGSS (MS)</b>           | MS-PS1-6                                            |
| <b>Summary</b>             | Observing heat exchange in reactions                |



### DESCRIPCIÓN GENERAL

Las compresas calientes instantáneas y las compresas frías instantáneas son el mismo objeto con un relleno diferente. Aprietas una y se rompe una bolsita, un sólido se encuentra con el agua y, en cuestión de segundos, la compresa está incómodamente caliente o lo suficientemente fría como para aplicarla en un esguince, sin calentador, sin refrigerante y sin piezas móviles. La misma física determina si un vertido de cemento debe enfriarse, si una bolsa de fertilizante se puede almacenar junto a cualquier otra cosa y por qué una bomba de baño se siente fresca mientras efervesce. Cada uno de estos es un proceso cuyos libros de energía no cuadran a la temperatura en la que empezaste, por lo que la diferencia se toma del entorno o se abona en él.

Los químicos denominan a las dos direcciones endotérmica y exotérmica, y las etiquetas se refieren al sistema, no al termómetro: un proceso exotérmico libera energía, por lo que el entorno se calienta y la lectura sube. La energía en sí misma proviene de los enlaces y de las fuerzas entre las partículas. Separar una red iónica o romper un enlace covalente cuesta energía; hidratar los iones liberados, o formar un nuevo enlace, la devuelve. Cuál de las dos sea mayor decide el signo, y debido a que ambas suelen ser números grandes de tamaño similar, el resultado medido es una pequeña diferencia entre ellas, razón por la cual debe medirse en lugar de adivinarse.

En este laboratorio ejecutarás dos procesos en el mismo calorímetro, uno de cada signo, y la combinación se elige para revocar una suposición común. El primero es hidróxido de sodio disolviéndose en agua: nada reacciona, no se crea ninguna sustancia nueva y la temperatura sube más de diez grados. El segundo es ácido cítrico atacando al bicarbonato de sodio: una reacción química genuina que efervesce visiblemente, produce tres sustancias nuevas y se enfría. Registrarás la temperatura antes y después de cada uno, clasificarás cada proceso por su signo y convertirás cada cambio de temperatura en una energía por mol. La conclusión que debes extraer es que “reacción” y “libera calor” son hechos independientes sobre un proceso, y que solo una medición puede decirte hacia qué lado va uno dado.

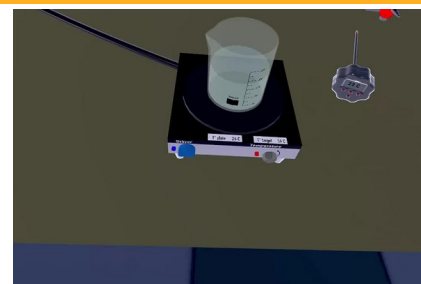
### OBJETIVOS

- Clasificar un proceso por signo
- Técnica calorimétrica
- Medición de una cantidad de sustancia
- Convertir un cambio de temperatura en energía
- Separación del cambio químico del cambio físico
- Manejo de reactivos corrosivos

Página del laboratorio: [proteus-vr.com/es/laboratorios/endotermia-exotermia/](https://proteus-vr.com/es/laboratorios/endotermia-exotermia/)

## 067 — Capacidad calorífica específica

|                            |                                  |
|----------------------------|----------------------------------|
| <b>IB Programme</b>        | Physics — Energy, transformation |
| <b>Secondary Programme</b> | DP Physics                       |
| <b>Syllabus Reference</b>  | B.4 Thermodynamics               |
| <b>NGSS (HS)</b>           | HS-PS3-4 · SEP 5 · CCC 5, CCC 7  |
| <b>NGSS (MS)</b>           | MS-PS3-3; MS-PS3-4               |
| <b>Summary</b>             | Heat transfer investigation      |



### DESCRIPCIÓN GENERAL

Cada sustancia cobra un precio diferente por un grado de temperatura. Vierte volúmenes iguales de agua y aceite de cocina en sartenes idénticas sobre quemadores idénticos y el aceite estará humeando mientras que el agua todavía está apenas tibia; el mar en septiembre está más tibio que la tierra junto a él, aunque ambos han recibido el mismo sol. La cantidad detrás de todo esto es la capacidad calorífica específica, la energía necesaria para elevar un gramo de una sustancia en un grado, y es uno de los números más trascendentales en la ingeniería. Decide con qué se llena el radiador de un coche, cuánto hormigón necesita un acumulador térmico, por qué los inviernos costeros son suaves y por qué el agua es el refrigerante preferido casi dondequiera que se pueda usar.

La forma de medirlo es permitir que dos cosas a diferentes temperaturas entren en equilibrio y ver dónde se sitúa la temperatura común. La energía se conserva, por lo que todo lo que la sustancia caliente cede, la fría lo toma:  $m_1c_1(T_f - T_1) + m_2c_2(T_f - T_2) = 0$ . Reordenada, esto dice que la temperatura final es el promedio de las dos temperaturas iniciales ponderado por la capacidad calorífica de cada sustancia, de modo que el punto de equilibrio se sitúa más cerca de la sustancia que tenga mayor capacidad para retener calor. Mide las tres temperaturas y todas las cantidades de la ecuación serán conocidas excepto la que buscas.

En este laboratorio mezclará 50 mL de agua caliente, calentada a unos 80 °C, con 50 mL de un líquido frío en un calorímetro, dos veces: primero con agua fría y luego con etanol frío. La mezcla de agua con agua es el control, y su resultado se puede predecir sin conocer ninguna capacidad calorífica en absoluto. La mezcla de etanol no se puede predecir así, y termina notablemente más caliente que el control —por dos razones distintas que este laboratorio le permite separar y medir una a la vez. Predecirá ambas temperaturas de equilibrio a partir del balance energético, las comparará con lo que reporta el calorímetro y explicará la diferencia.

### OBJETIVOS

- El balance energético como herramienta de trabajo
- Capacidad calorífica específica y molar
- Técnica calorimétrica
- Usando un experimento de control
- Separar dos efectos que actúan en el mismo sentido
- Manipulación de un líquido inflamable volátil y agua caliente

Página del laboratorio: [proteus-vr.com/es/laboratorios/067-capacidad-calorifica-especifica/](https://proteus-vr.com/es/laboratorios/067-capacidad-calorifica-especifica/)

## 070 — El aspecto cualitativo del equilibrio químico

|                            |                                                     |
|----------------------------|-----------------------------------------------------|
| <b>IB Programme</b>        | Chemistry — Equilibrium systems                     |
| <b>Secondary Programme</b> | DP Chemistry                                        |
| <b>Syllabus Reference</b>  | Reactivity 2.3 – Extent of reaction                 |
| <b>NGSS (HS)</b>           | HS-PS1-6 · SEP 2, SEP 6 · CCC 7                     |
| <b>NGSS (MS)</b>           | —                                                   |
| <b>Summary</b>             | Solubility equilibrium and Le Châtelier's principle |



### DESCRIPCIÓN GENERAL

El equilibrio de solubilidad es la razón por la cual una sal puede llamarse “insoluble” y aun así estar presente en solución. El sulfato de calcio es el ejemplo industrial estándar: es la incrustación que se forma en calderas, torres de enfriamiento, plantas desalinizadoras y tuberías de pozos petroleros, es el yeso de los aplanados y paneles de yeso, y es lo que determina el contenido de sulfato del agua de pozo. Los químicos de tratamiento de agua deciden dónde se depositará y dónde se redisolverá a partir de un solo número, su producto de solubilidad.

Cuando una sal poco soluble se encuentra en contacto con una solución de sus propios iones, dos procesos ocurren al mismo tiempo: los iones abandonan la superficie del sólido y los iones en el líquido regresan a ella. El equilibrio se alcanza cuando las dos velocidades se igualan, no cuando se detiene alguna de ellas. Para el sulfato de calcio, la condición es  $[Ca^{2+}][SO_4^{2-}] = K_{español} = 4,9 \times 10^{-5}$  a 25 °C. Una solución cuyo producto iónico excede ese valor deposita sólido hasta que deja de hacerlo; una solución por debajo de este disuelve sólido hasta alcanzarlo. Por lo tanto, añadir más de cualquiera de los iones no cambia  $K_{español}$  —desplaza la posición del equilibrio y el excedente aparece como sólido.

En este laboratorio abordará el mismo equilibrio desde ambos lados. Primero desde el lado de los iones: al mezclar cloruro de calcio con sulfato de sodio, ambos 0,10 M, se produce un precipitado blanco inmediato, y al añadir más de cualquiera de los reactivos a los tubos decantados se provoca una mayor precipitación. Luego, desde el lado del sólido: se agita sulfato de calcio sólido en una solución concentrada de cloruro de sodio, y el líquido transparente que queda por encima —en el que aparentemente no ha ocurrido nada en absoluto— se analiza con cada reactivo por turno. Ambas pruebas dan un precipitado, y esa es la evidencia de que el sólido “insoluble” ha estado aportando iones a la solución todo el tiempo.

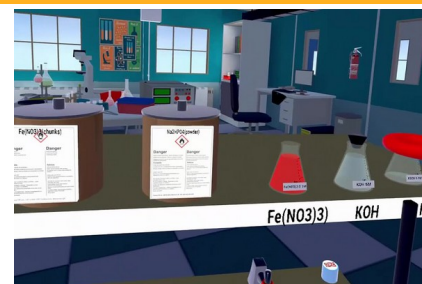
### OBJETIVOS

- Equilibrio químico como estado dinámico
- Equilibrios de solubilidad y el producto de solubilidad
- El principio de Le Châtelier y el efecto del ion común
- Reacciones completas versus incompletas
- Análisis cualitativo y la lógica de una prueba puntual
- Técnica de laboratorio

Página del laboratorio: [proteus-vr.com/es/laboratorios/el-aspecto-cualitativo-del-equilibrio-quimico/](https://proteus-vr.com/es/laboratorios/el-aspecto-cualitativo-del-equilibrio-quimico/)

# 071 — Principio de Le Chatelier

|                            |                                                 |
|----------------------------|-------------------------------------------------|
| <b>IB Programme</b>        | Chemistry — Energy & Systems                    |
| <b>Secondary Programme</b> | DP Chemistry                                    |
| <b>Syllabus Reference</b>  | Reactivity 3.2 – Electron transfer reactions    |
| <b>NGSS (HS)</b>           | HS-PS1-6 · SEP 3, SEP 7 · CCC 2, CCC 7          |
| <b>NGSS (MS)</b>           | —                                               |
| <b>Summary</b>             | Le Chatelier's Principle and equilibrium shifts |



## DESCRIPCIÓN GENERAL

El principio de Le Châtelier es la regla que permite a un ingeniero químico extraer más producto de una reacción que se niega a completarse. Es la razón por la que el amoníaco se sintetiza bajo presión, por la que un alto horno funciona con exceso de monóxido de carbono y por la que el oxígeno que la sangre capta en los pulmones se libera de nuevo en los músculos en activo. El sistema utilizado para enseñarlo en casi todos los laboratorios del mundo es el que está en esta mesa: hierro(III) y tiocianato, que se combinan para dar un complejo de un color tan intenso que un cambio en la concentración se puede apreciar a simple vista, sin necesidad de ningún instrumento.

La reacción es  $\text{Fe}^{3+}(\text{ac}) + \text{SCN}^{-}(\text{aq}) \rightleftharpoons [\text{FeSCN}]^{2+}(\text{aq})$ , y el rojo sangre intenso pertenece enteramente al complejo de la derecha; ambos reactivos son casi incoloros a estas concentraciones. En el equilibrio, las concentraciones satisfacen  $K_f = [\text{FeSCN}^{2+}] / ([\text{Fe}^{3+}][\text{SCN}^{-}]) \approx 1.4 \times 10^2$  a 25 °C. Perturbe la mezcla —añada uno de los reactivos, retire uno, caliéntela o enfríela— y el cociente de reacción  $Q$  ya no es igual a  $K_f$ ; el sistema responde consumiendo o liberando el complejo hasta lograrlo. Ese es el principio de Le Châtelier enunciado con precisión: no que un sistema “se oponga” a un cambio, sino que se desplaza en la dirección que sea necesaria para que  $Q$  vuelva a ser  $K$ .

En este laboratorio preparará una mezcla en equilibrio y la dividirá en ocho porciones idénticas, guardando la primera como referencia para comparar las demás. Luego someterá a siete de ellas a tensión de seis maneras diferentes: más tiocianato, más hierro, ambos a la vez, hidróxido para precipitar el hierro fuera del sistema, hidrogenofosfato para enlazarlo, un baño de hielo y un baño de agua a 80 °C. Cada tubo se compara con el tubo 1 frente a una tarjeta negra, y la dirección en la que se desplaza cada uno —más oscuro hacia el complejo, más pálido hacia los iones libres— es todo el resultado.

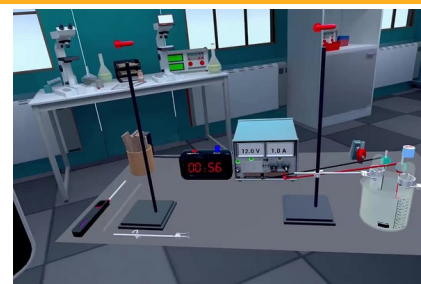
## OBJETIVOS

- El principio de Le Châtelier, enunciado y aplicado
- Equilibrios de complejación y color como medida
- Añadir una especie y eliminar otra
- La temperatura como un factor estresante
- Comparación cualitativa controlada
- Técnica y seguridad

Página del laboratorio: [proteus-vr.com/es/laboratorios/principio-de-le-chatelier/](https://proteus-vr.com/es/laboratorios/principio-de-le-chatelier/)

## 072 — Electrólisis del agua

|                            |                                                          |
|----------------------------|----------------------------------------------------------|
| <b>IB Programme</b>        | Chemistry — Transformation of Energy                     |
| <b>Secondary Programme</b> | DP Chemistry / DP Physics                                |
| <b>Syllabus Reference</b>  | Reactivity 3.2 – Electron transfer / D.2 Electric fields |
| <b>NGSS (HS)</b>           | HS-PS1-2; HS-PS3-1 · SEP 3, SEP 6 · CCC 5                |
| <b>NGSS (MS)</b>           | MS-PS1-2                                                 |
| <b>Summary</b>             | Decomposition of water into hydrogen and oxygen          |



### DESCRIPCIÓN GENERAL

La electrólisis es el método con el que la industria fabrica las sustancias que no se pueden extraer de la tierra. El aluminio se obtiene a partir de su óxido en una celda electrolítica, el cloro y el hidróxido de sodio se producen mediante la electrólisis de salmuera, y cada superficie cromada o galvanizada es un electrodo que alguna vez formó parte de un circuito. La versión en este laboratorio —la descomposición del agua en hidrógeno y oxígeno— es también la que tiene mayor futuro: es la vía mediante la cual el exceso de electricidad procedente de la generación eólica y solar se almacena en forma de hidrógeno, y es la misma reacción que una pila de combustible ejecuta a la inversa para liberar esa energía de nuevo.

El agua es estable, y esa es la dificultad. Su energía libre de formación es de  $-237$  kJ por mol, por lo que separarla cuesta al menos esa cantidad de trabajo, suministrado aquí como energía eléctrica. Una celda lo hace dividiendo la tarea entre dos electrodos: en el negativo, los iones de hidrógeno aceptan electrones y se van en forma de gas hidrógeno; en el positivo, las moléculas de agua ceden electrones y se van como oxígeno. Se deben cumplir dos condiciones para que ocurra algo. La solución debe ser conductora, lo cual el agua pura apenas hace, por lo que se añade un electrolito; y el voltaje aplicado debe superar el mínimo termodinámico de 1,23 V. Resulta que el electrolito elegido importa tanto como su cantidad: el incorrecto se oxida en lugar del agua y la celda produce un gas completamente diferente.

En este laboratorio usted mismo construirá la celda: dos tubos de ensayo llenos de agua e invertidos sobre dos electrodos en un vaso de precipitados de un litro, conectados a una fuente de corriente continua. Se añade ácido sulfúrico para que el agua sea conductora, se hace pasar la corriente durante aproximadamente un minuto y el gas que se acumula en cada tubo desplaza el agua que hay encima de modo que los dos volúmenes se pueden comparar directamente. A continuación, se identifica cada tubo mediante la prueba clásica —una brasa incandescente para el oxígeno, una tablilla encendida para el hidrógeno— y el resultado debería ser que el tubo del electrodo negativo ha acumulado el doble de gas que el otro, y que los dos gases se comportan de manera opuesta.

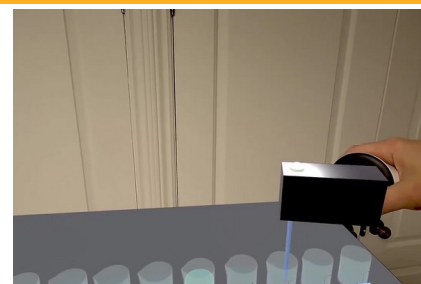
### OBJETIVOS

- El principio de la electrólisis
- Oxidación y reducción en electrodos nombrados
- Estequiometría hecha visible
- La elección del electrolito
- Identificación de los productos
- Montaje y seguridad

Página del laboratorio: [proteus-vr.com/es/laboratorios/electrolisis-del-agua/](https://proteus-vr.com/es/laboratorios/electrolisis-del-agua/)

## 073 — Conductividad

|                            |                                                      |
|----------------------------|------------------------------------------------------|
| <b>IB Programme</b>        | Physics — Energy & Systems                           |
| <b>Secondary Programme</b> | DP Chemistry / DP Physics                            |
| <b>Syllabus Reference</b>  | Structure 2.4 – Bonding and materials / B.5 Circuits |
| <b>NGSS (HS)</b>           | HS-PS1-2; HS-PS3-3 · SEP 4 · CCC 2                   |
| <b>NGSS (MS)</b>           | MS-PS1-2                                             |
| <b>Summary</b>             | Conductivity of solutions and electrolytes           |



### DESCRIPCIÓN GENERAL

La conductividad eléctrica es la medición más rápida que se realiza en cualquier laboratorio de agua. Una planta de agua potable, una unidad de diálisis, un invernadero hidropónico y una línea de agua de alimentación de calderas la monitorean continuamente, porque un solo número le indica a un operador cuánta materia iónica disuelta transporta un líquido, en tiempo real y sin destruir la muestra. La misma medición es lo que reporta una sonda de suelo como salinidad, lo que utiliza el controlador de una piscina para decidir cuánta sal agregar, y lo que usa un laboratorio clínico para comprobar que una bolsa de solución salina es lo que dice su etiqueta.

Un líquido conduce corriente eléctrica únicamente si contiene partículas cargadas que tienen libertad de movimiento en su interior. El agua por sí misma casi no contiene ninguna, por lo que el agua pura es una mal conductora; lo que importa es si la sustancia disuelta libera iones en la solución. Un sólido iónico como el cloruro de sodio ya está compuesto de iones y solo necesita que su red cristalina sea separada por hidratación. Una molécula polar como el cloruro de hidrógeno no contiene iones en absoluto hasta que el agua le quita un protón, y el grado en que ocurre esa transferencia de protones está determinado por la constante de acidez. Una molécula como la sacarosa no tiene ni una red cristalina que romper ni un protón que ceder: se disuelve maravillosamente y no libera nada. Disolverse y disociarse son dos procesos diferentes, y la conductividad es la propiedad que permite distinguirlos.

En este laboratorio probará doce líquidos con un detector de conductividad eléctrica —un par de electrodos conectados en serie con una lámpara indicadora— y registrará el brillo de la lámpara para cada uno en una escala de tres niveles. Diez de los líquidos son soluciones preparadas de concentración conocida; los otros dos, agua destilada y agua potable, los medirá usted mismo. A partir de esas doce lecturas, clasificará las sustancias en electrolitos fuertes, electrolitos débiles y no electrolitos, y luego explicará cada grupo según el tipo de enlace que contiene.

### OBJETIVOS

- Diferenciar entre electrolitos y no electrolitos
- El enlace como causa de la conducción
- Funcionamiento del detector de conductividad
- Tratamiento cuantitativo de la conductividad
- Conectando la medición con sus usos

Página del laboratorio: [proteus-vr.com/es/laboratorios/conductividad/](https://proteus-vr.com/es/laboratorios/conductividad/)



## 074 — Lectura de una resistencia

|                            |                                   |
|----------------------------|-----------------------------------|
| <b>IB Programme</b>        | Physics — Energy systems          |
| <b>Secondary Programme</b> | DP Physics                        |
| <b>Syllabus Reference</b>  | B.5 Circuits                      |
| <b>NGSS (HS)</b>           | HS-PS3-3 · SEP 8 · CCC 6          |
| <b>NGSS (MS)</b>           | MS-PS3-3                          |
| <b>Summary</b>             | Resistor color code and tolerance |



### DESCRIPCIÓN GENERAL

Un resistor es el componente más numeroso en la electrónica: un teléfono móvil contiene varios cientos de ellos, y cada uno tiene que tener el valor correcto. El valor no se imprime como un número, porque las piezas son demasiado pequeñas y baratas para eso. Se imprime como un anillo de bandas de colores, un código introducido en la década de 1920 que todavía se usa hoy en día en los resistores de inserción, es legible desde cualquier ángulo, resiste el calor y los disolventes, y no necesita lupa. Saber leerlo es la primera habilidad práctica de un banco de pruebas de electrónica, y saber comprobarlo con un medidor es la segunda.

La cantidad que codifican las bandas está definida por la ley de Ohm,  $R = V / I$ : una resistencia de un ohmio deja pasar un amperio cuando se aplica un voltio a través de ella. En una resistencia de cuatro bandas, las dos primeras bandas dan las dos cifras significativas de ese número, la tercera da la potencia de diez por la que hay que multiplicarlas, y la cuarta indica la tolerancia: la promesa del fabricante sobre cuánto puede desviarse la pieza real de su valor nominal. Esa cuarta banda es la interesante, porque es una admisión: las resistencias se fabrican en masa a partir de una película resistiva cuyo grosor no se puede controlar perfectamente, por lo que una pieza no se vende como un valor, sino como un rango.

En este laboratorio tienes cuatro resistencias con valores desconocidos y una tabla de códigos de colores en la mesa. Decodificarás cada una a partir de sus bandas, calcularás la resistencia mínima y máxima que permite su tolerancia, luego la medirás con un óhmetro y decidirás si el componente cumple con su especificación. La comparación entre los dos números —el que declara el fabricante y el que reporta el medidor— es de lo que realmente trata el laboratorio, y introduce el hábito de preguntar no solo cuál es un valor, sino qué tan bien se conoce.

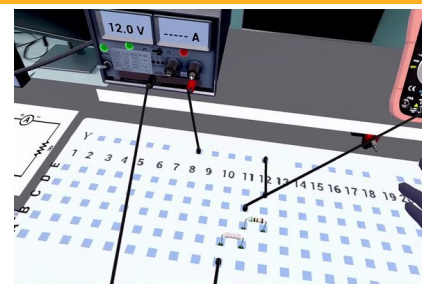
### OBJETIVOS

- Lectura del código de colores de cuatro bandas
- Tolerancia y el rango de valores aceptables
- Usando un óhmetro
- Reconociendo los límites del instrumento
- Valores preferidos y selección de componentes

Página del laboratorio: [proteus-vr.com/es/laboratorios/leer-una-resistencia/](https://proteus-vr.com/es/laboratorios/leer-una-resistencia/)

## 075 — Ensamblaje de circuito eléctrico

|                            |                                 |
|----------------------------|---------------------------------|
| <b>IB Programme</b>        | Physics — Energy systems        |
| <b>Secondary Programme</b> | DP Physics                      |
| <b>Syllabus Reference</b>  | B.5 Current and circuits        |
| <b>NGSS (HS)</b>           | HS-PS3-3 · SEP 2, SEP 3 · CCC 4 |
| <b>NGSS (MS)</b>           | MS-PS3-3                        |
| <b>Summary</b>             | Series circuit building         |



### DESCRIPCIÓN GENERAL

Cada aparato electrónico que se ha construido comienza como un circuito: una fuente, un conductor y algo que limita la corriente. Una placa de pruebas es la manera estándar de hacer ese circuito de forma temporal, sin soldadura, para que un diseño pueda probarse, medirse y modificarse en cuestión de minutos. Es la herramienta con la que comienza cada laboratorio de electrónica, banco de prototipos y curso universitario, y la razón por la que un producto moderno puede pasar de un boceto a un circuito funcional en una tarde.

Dos reglas rigen todo lo medido en un bucle de este tipo. La ley de Ohm,  $V = IR$ , relaciona la corriente que atraviesa un componente con la tensión en sus extremos. La regla de las mallas de Kirchhoff establece que las tensiones alrededor de cualquier bucle cerrado deben sumar cero: la energía suministrada a cada carga por la fuente se devuelve íntegramente a los componentes que atraviesa. Juntas tienen una consecuencia útil: en un solo bucle la corriente es la misma en todas partes, por lo que los componentes en serie dividen la tensión de la alimentación entre ellos en proporción a sus resistencias. Eso es suficiente para hallar el valor de un componente que no se puede leer, utilizando únicamente un voltímetro y una resistencia cuyo valor sí se conoce.

En este laboratorio usted conectará una fuente de alimentación a una placa de prototipos (breadboard), armará un circuito en serie que contendrá una resistencia conocida y una resistencia misteriosa cuyas marcas han sido borradas, guardará un diagrama de lo que construyó y luego medirá un solo voltaje con un multímetro. A partir de esa única lectura, el voltaje de la fuente y la resistencia conocida, calculará la corriente en el circuito, el voltaje en la resistencia misteriosa y, finalmente, su resistencia; un primer ejercicio para obtener una cantidad que no puede medir directamente a partir de cantidades que sí puede.

### OBJETIVOS

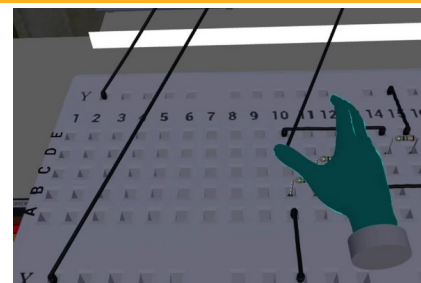
- Comprender los componentes y la placa de pruebas
- Construcción de un circuito en serie
- Midiendo con un multímetro
- Aplicando la ley de Ohm y la regla de las mallas de Kirchhoff
- Juzgar la calidad de un resultado
- Trabajo de grabación

Página del laboratorio: [proteus-vr.com/es/laboratorios/ensamblaje-de-circuito-electrico/](https://proteus-vr.com/es/laboratorios/ensamblaje-de-circuito-electrico/)



## 076 — Ensamblaje de un circuito eléctrico en paralelo

|                            |                                 |
|----------------------------|---------------------------------|
| <b>IB Programme</b>        | Physics — Systems               |
| <b>Secondary Programme</b> | DP Physics                      |
| <b>Syllabus Reference</b>  | B.5 Current and circuits        |
| <b>NGSS (HS)</b>           | HS-PS3-3 · SEP 2, SEP 3 · CCC 4 |
| <b>NGSS (MS)</b>           | MS-PS3-3                        |
| <b>Summary</b>             | Parallel circuit analysis       |



### DESCRIPCIÓN GENERAL

Casi todas las instalaciones eléctricas, aparte de una tira de luces de hadas, están cableadas en paralelo. Las lámparas de un aula, los enchufes a lo largo de una pared, los paneles de una matriz solar y las celdas de una batería están conectados a través de los mismos dos rieles de alimentación, de modo que cada uno recibe todo el voltaje de suministro y se puede encender o apagar sin perturbar a los demás. La alternativa —conectar dispositivos uno tras otro en un solo bucle, como en el laboratorio 075— hace que cada dispositivo dependa de todos los demás, razón por la cual una bombilla fundida solía oscurecer toda una tira.

La física de la disposición se basa en dos afirmaciones. Debido a que cada rama está conectada entre el mismo par de puntos, cada rama transporta el mismo voltaje. Y debido a que la carga no puede acumularse en una unión, las corrientes consumidas por las ramas deben sumarse para dar la corriente suministrada por la fuente; esa es la primera ley de Kirchhoff. Su consecuencia es que las resistencias en paralelo no se suman —sus recíprocos sí—, de modo que una combinación en paralelo siempre conduce mejor que cualquiera de sus ramas, y añadir una rama a un circuito aumenta la corriente que la fuente debe proporcionar.

En este laboratorio construirás un circuito de dos ramas en una placa de prototipos (protoboard) a partir de una fuente de 12 V y tres resistencias idénticas de  $5\ \Omega$ : una rama que contiene dos de ellas conectadas extremo con extremo, y la segunda que contiene un interruptor y la tercera resistencia. Luego utilizarás el multímetro dos veces —primero en modo de voltaje, conectado en paralelo a un componente, y después en modo de corriente, insertado en el circuito en lugar del interruptor— para medir la corriente en una rama y la corriente en la fuente, y utilizarás la primera ley de Kirchhoff junto con la ley de Ohm para calcular la corriente en la rama que nunca mediste y la resistencia de una resistencia que nunca quitaste.

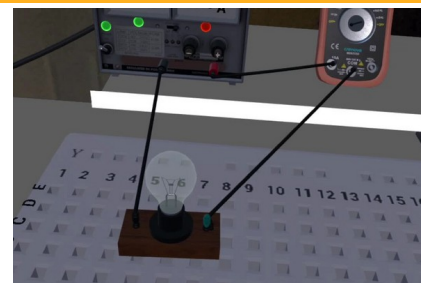
### OBJETIVOS

- Construir un circuito en una placa de pruebas
- Diferenciar una rama de un componente
- Manejo del multímetro
- Aplicando la primera ley de Kirchhoff
- Aplicando la ley de Ohm y la regla del paralelo
- Juzgar la medición en sí
- Grabación e informes

Página del laboratorio: [proteus-vr.com/es/laboratorios/montaje-de-circuito-electrico-en-paralelo/](https://proteus-vr.com/es/laboratorios/montaje-de-circuito-electrico-en-paralelo/)

# 077 — Impacto de la corriente eléctrica en el brillo de una lámpara

|                            |                                       |
|----------------------------|---------------------------------------|
| <b>IB Programme</b>        | Physics — Energy transfer             |
| <b>Secondary Programme</b> | DP Physics                            |
| <b>Syllabus Reference</b>  | B.5 Circuits                          |
| <b>NGSS (HS)</b>           | HS-PS3-3 · SEP 4 · CCC 2, CCC 5       |
| <b>NGSS (MS)</b>           | MS-PS3-3                              |
| <b>Summary</b>             | Current-light intensity relationships |



## DESCRIPCIÓN GENERAL

Una lámpara de filamento es el instrumento más sencillo de un laboratorio que convierte una magnitud eléctrica en algo que el ojo puede leer directamente. Los reguladores de intensidad, las luces delanteras tenues de un coche cuya batería se está descargando y el control de brillo en un panel de instrumentos funcionan según el mismo principio: cambiar la corriente que pasa por el filamento y su temperatura, y por tanto su luz, cambia con ella. Vale la pena precisar la relación porque no es la que la mayoría de la gente espera: la luz no disminuye al mismo ritmo que la corriente, sino mucho más rápido.

La razón es que el filamento se calienta por la potencia que se le suministra, y la potencia no es proporcional a la corriente sino a su cuadrado,  $P = I^2R$ . En un circuito en serie hay un solo camino, por lo que la misma corriente pasa por cada componente; añadir una resistencia aumenta la resistencia total y, según la ley de Ohm  $I = V/R$ , la corriente disminuye en todas partes. La bombilla recibe entonces una corriente menor y, al mismo tiempo, una porción menor de la tensión de alimentación, y los dos efectos se multiplican. Un paso adicional del mismo tipo vincula la potencia con lo que realmente se ve, porque un filamento más frío irradia menos y emite una fracción menor de lo que emite en forma de luz visible.

En este laboratorio construirá un circuito en serie que contiene únicamente una fuente de 12 V y una lámpara, medirá la corriente con un multímetro y registrará cuán brillante parece la lámpara. Luego agregará una resistencia de 5  $\Omega$  y repetirá la medición, agregará una segunda y la repetirá nuevamente, y utilizará los tres pares de lecturas para decidir qué tipo de relación conecta la corriente con el brillo: constante, lineal o algo más pronunciado.

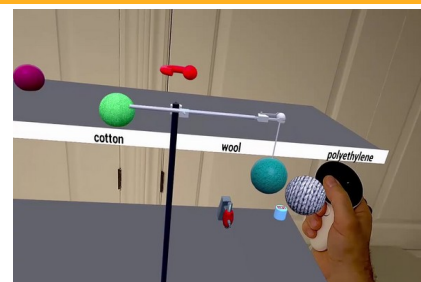
## OBJETIVOS

- Montaje y modificación de un circuito en serie
- Midiendo la corriente
- Aplicando la ley de Ohm
- Relacionar la potencia con el brillo
- Identificar una relación a partir de los datos
- Juzgar los límites de una observación cualitativa

Página del laboratorio: [proteus-vr.com/es/laboratorios/impacto-de-la-corriente-en-el-brillo-de-una-lampara/](https://proteus-vr.com/es/laboratorios/impacto-de-la-corriente-en-el-brillo-de-una-lampara/)

## 078 — Electricidad estática

|                            |                                    |
|----------------------------|------------------------------------|
| <b>IB Programme</b>        | Physics — Forces                   |
| <b>Secondary Programme</b> | DP Physics                         |
| <b>Syllabus Reference</b>  | D.2 Electric fields                |
| <b>NGSS (HS)</b>           | HS-PS2-4 · SEP 2, SEP 3 · CCC 2    |
| <b>NGSS (MS)</b>           | MS-PS2-3                           |
| <b>Summary</b>             | Electrostatics and charge transfer |



### DESCRIPCIÓN GENERAL

La electricidad estática es la rama más antigua de la disciplina y sigue siendo con la que la gente se encuentra primero: un jersey que cruje al quitarse, el piquete de un pomo de puerta tras caminar sobre una alfombra, el cabello que se separa de un peine, el film transparente que no se suelta a sí mismo. A nivel industrial, este mismo efecto debe gestionarse en lugar de admirarse —es el motivo por el cual los camiones cisterna de combustible se conectan a tierra antes de llenarse, por el que los componentes electrónicos se envían en bolsas conductoras, y también se emplea deliberadamente en fotocopiadoras, impresoras láser, pintura electrostática por aspersión y precipitadores que limpian los gases de combustión.

La física detrás de todo esto se resume en una sola frase: cuando dos materiales aislantes diferentes se ponen en contacto íntimo y se separan, los electrones se mueven de una superficie a la otra, dejando a un objeto con una carga neta negativa y al otro con una carga positiva igual. Hacia dónde van los electrones depende únicamente del par de materiales, y los materiales se pueden ordenar en una lista —la serie triboeléctrica o electrostática— en la cual el miembro que se encuentra más arriba cede electrones y se vuelve positivo. Una vez cargados, los objetos obedecen la ley de Coulomb: las cargas iguales se repelen, las cargas opuestas se atraen y la fuerza disminuye con el cuadrado de la separación.

En este laboratorio suspenderá esferas ligeras de tallos aislantes para que puedan oscilar libremente, las cargará acercándoles lana o algodón, y luego presentará las esferas cargadas entre sí de dos en dos. Polietileno cargado con lana, acetato cargado con algodón, cada material contra su paño de carga y cada uno contra el otro —seis confrontaciones en total, registradas en una tabla de resultados—. A partir del patrón de atracciones y repulsiones, determinará el signo que adquiere cada material y reconstruirá la parte de la serie electrostática que rige estas cuatro sustancias.

### OBJETIVOS

- Cargar un objeto y saber que lo tienes
- Leer correctamente la atracción y la repulsión
- Utilizando la serie electrostática
- Aplicando la ley de Coulomb
- Observar y documentar de forma sistemática

Página del laboratorio: [proteus-vr.com/es/laboratorios/electricidad-estatica/](https://proteus-vr.com/es/laboratorios/electricidad-estatica/)

## 079 — Campos magnéticos

|                            |                                        |
|----------------------------|----------------------------------------|
| <b>IB Programme</b>        | Physics — Forces                       |
| <b>Secondary Programme</b> | DP Physics                             |
| <b>Syllabus Reference</b>  | D.2 Magnetic fields                    |
| <b>NGSS (HS)</b>           | HS-PS2-5 · SEP 2, SEP 3 · CCC 2, CCC 6 |
| <b>NGSS (MS)</b>           | MS-PS2-3; MS-PS2-5                     |
| <b>Summary</b>             | Magnetic field mapping and compass use |



### DESCRIPCIÓN GENERAL

La influencia de un imán se extiende al espacio que lo rodea, y ese espacio se puede mapear. Todas las agujas de brújula que han apuntado hacia el norte han estado leyendo un mapa de este tipo, trazado en este caso por la Tierra misma, cuyo núcleo de hierro fundido convierte al planeta en un enorme y ligeramente torcido imán de barra. El mismo mapeo subyace en el cabezal de lectura de un disco duro, el altavoz de un teléfono, la deflexión de partículas cargadas en un escáner médico y el cierre magnético de un bolso. Lo que hace que el campo sea difícil de enseñar es que es invisible, y lo que hace que este trabajo de laboratorio funcione es que la limadura de hierro y una brújula, entre ambas, lo hacen visible.

Un campo magnético tiene una dirección en cada punto, y la convención es dibujar líneas cuya tangente da esa dirección y cuya concentración indica la intensidad. Fuera de un imán, las líneas van del polo norte al polo sur; dentro del imán continúan de sur a norte, de modo que cada línea se cierra sobre sí misma. No hay cabos sueltos, porque no existe tal cosa como un polo magnético aislado: si se rompe un imán de barra por la mitad, se obtienen dos imanes de barra más pequeños, nunca un norte por sí solo. Dos líneas nunca pueden cruzarse, porque el campo no puede tener dos direcciones en el mismo lugar. Cuando se juntan dos imanes, sus campos no se superponen simplemente; se suman como vectores, y el resultado puede incluir puntos donde las dos contribuciones se cancelan exactamente.

En este laboratorio colocará un imán sobre una hoja esparcida con limaduras de hierro y observará cómo las limaduras se disponen a lo largo de las líneas de campo; luego colocará una brújula en posiciones marcadas alrededor del imán y fotografiará su orientación en cada una. Repetirá el mapeo con dos imanes en otras tres disposiciones —polos iguales enfrentados en las configuraciones B y C, polos opuestos enfrentados en la configuración D— y utilizará las fotografías para describir cómo se combinan dos campos, dónde el campo es más fuerte y dónde, entre dos polos iguales, desaparece por completo.

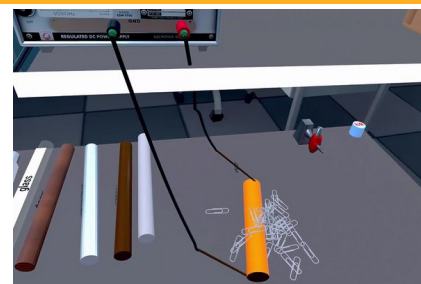
### OBJETIVOS

- Leyendo un mapa de campo
- Usando la brújula como instrumento
- Combinación de dos campos
- Distinguiendo polos
- Grabación y comparación

Página del laboratorio: [proteus-vr.com/es/laboratorios/campos-magneticos/](https://proteus-vr.com/es/laboratorios/campos-magneticos/)

# 080 — Solenoides

|                            |                                                  |
|----------------------------|--------------------------------------------------|
| <b>IB Programme</b>        | Physics — Systems & Energy                       |
| <b>Secondary Programme</b> | DP Physics                                       |
| <b>Syllabus Reference</b>  | D.4 – Induction                                  |
| <b>NGSS (HS)</b>           | HS-PS2-5; HS-PS3-5 · SEP 2, SEP 3 · CCC 4, CCC 6 |
| <b>NGSS (MS)</b>           | MS-PS2-3                                         |
| <b>Summary</b>             | Magnetic field and current relationship          |



## DESCRIPCIÓN GENERAL

Un solenoide es una bobina de alambre que se convierte en un imán cuando la corriente fluye a través de él y deja de serlo en el instante en que la corriente se detiene. Esa única propiedad —un imán con un interruptor— es lo que hace que el electromagnetismo sea útil. Así es como la grúa de un desguace levanta un auto y lo suelta, cómo el motor de arranque impulsa su piñón hacia adelante, cómo se libera la cerradura de una puerta al presentar una tarjeta, cómo se mueve el cono de un altavoz, cómo un relé permite que una pequeña corriente controle una grande y, bobinado con alambre superconductor y enfriado con helio líquido, cómo se produce el campo de varios teslas de un escáner de resonancia magnética.

El campo en el interior de una bobina larga es uniforme y apunta a lo largo del eje, y su intensidad es  $B = \mu_0 nI$ , donde  $n$  es el número de espiras por metro e  $I$  la corriente. Por lo tanto, se pueden cambiar tres cosas para hacer que la bobina sea más fuerte: más espiras en la misma longitud, más corriente o un núcleo que sea magnetizable en sí mismo. El tercero es el mayor factor de influencia de los tres. Un núcleo ferromagnético colocado dentro de la bobina se magnetiza por el campo propio de la bobina y añade su propia contribución al mismo, razón por la cual un electroimán con núcleo de hierro puede ser cientos de veces más fuerte que la misma bobina enrollada sobre nada.

En este laboratorio probará cada uno de los tres factores por turno mientras mantiene los otros dos fijos. La Parte A introduce siete núcleos diferentes —hierro dulce, níquel, vidrio, madera, aluminio, cobre y ningún núcleo— en una bobina de 600 espiras a unos 15 V fijos. La Parte B mantiene el núcleo de hierro dulce y varía el suministro de 30 V a 15 V y a 7 V. La Parte C mantiene el núcleo y el voltaje y cambia la bobina, de 15 espiras a 300 y a 600. La fuerza del imán se juzga en cada ocasión mediante el mismo indicador, rudimentario pero eficaz: el porcentaje de los sujetapapeles de la mesa que es capaz de levantar.

## OBJETIVOS

- Comprender qué hace a un electroimán
- Controlar variables
- Distinción entre materiales magnéticos
- Mediante una medición indirecta
- Manejo del aparato

Página del laboratorio: [proteus-vr.com/es/laboratorios/solenoides/](https://proteus-vr.com/es/laboratorios/solenoides/)

## 081 — Eficiencia energética

|                            |                                 |
|----------------------------|---------------------------------|
| <b>IB Programme</b>        | Physics — Energy Transfer       |
| <b>Secondary Programme</b> | DP Physics                      |
| <b>Syllabus Reference</b>  | A.3 – Work, energy, power       |
| <b>NGSS (HS)</b>           | HS-PS3-3 · SEP 4, SEP 6 · CCC 5 |
| <b>NGSS (MS)</b>           | MS-PS3-3                        |
| <b>Summary</b>             | Energy conservation and losses  |



### DESCRIPCIÓN GENERAL

Cada dispositivo que convierte energía de una forma a otra desperdicia parte de ella, y la fracción que llega a su destino previsto es lo que los ingenieros llaman la eficiencia del dispositivo. Es el número impreso en la etiqueta energética de un refrigerador, la cifra citada para una central eléctrica o un motor eléctrico, y la cantidad que una auditoría energética de un edificio intenta establecer. Medirla siempre se reduce a los mismos dos pasos: contar la energía que entra, luego contar la energía que llega a donde se deseaba, y calcular la proporción.

El instrumento utilizado para medir la energía que llega en forma de calor es el calorímetro, un recipiente de agua aislado equipado con un calentador, un agitador y un termómetro. La energía eléctrica suministrada al calentador se conoce con exactitud a partir de la tensión de alimentación, la corriente y el tiempo de funcionamiento, ya que  $E = U I \Delta t$ . El calor que termina en el agua se conoce a partir de su masa, su capacidad calorífica específica y su aumento de temperatura, ya que  $Q = m c \Delta T$ . La relación entre el segundo y el primero es la eficiencia. Se utiliza agua porque su capacidad calorífica específica es grande, se conoce con precisión y es casi constante en un pequeño rango de temperaturas, por lo que el termómetro se convierte en un medidor de energía fiable.

En este laboratorio usted mismo ensamblará esa medición. Configuraré una fuente de alimentación a 4 V, insertará un multímetro en serie para que la corriente se mida en lugar de asumirse, verterá 200 mL medidos de agua destilada en el calorímetro, encenderá el agitador y registrará la temperatura durante un minuto de tiempo simulado —lo que, a la aceleración de  $5,5\times$  de la simulación, corresponde a 330 segundos de calentamiento. A partir de esas lecturas calculará la energía eléctrica suministrada, la energía térmica absorbida y la eficiencia, y luego explicará la diferencia entre ambas.

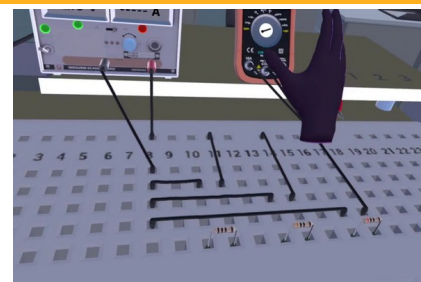
### OBJETIVOS

- Familiarización con el entorno del laboratorio
- Manejo seguro de aparatos eléctricos
- Construcción e implementación de instrumentos en un circuito
- Medición cuantitativa de la energía
- Cálculo e interpretación de una eficiencia
- Evaluación crítica de una medición

Página del laboratorio: [proteus-vr.com/es/laboratorios/081-eficiencia-energetica/](https://proteus-vr.com/es/laboratorios/081-eficiencia-energetica/)

# 110 — Ley de Kirchhoff

|                            |                                                   |
|----------------------------|---------------------------------------------------|
| <b>IB Programme</b>        | Physics — Systems                                 |
| <b>Secondary Programme</b> | DP Physics                                        |
| <b>Syllabus Reference</b>  | B.5 – Current and circuits                        |
| <b>NGSS (HS)</b>           | HS-PS3-3 · SEP 5, SEP 6 · CCC 4, CCC 5            |
| <b>NGSS (MS)</b>           | MS-PS3-3                                          |
| <b>Summary</b>             | Electric circuit current and voltage distribution |



## DESCRIPCIÓN GENERAL

Cada dispositivo eléctrico y electrónico, desde un cargador de teléfono hasta una red eléctrica nacional, se diseña y diagnostica con dos reglas formuladas por Gustav Kirchhoff en 1845. No son nuevas fuerzas de la naturaleza, sino dos leyes de conservación escritas en el lenguaje de los circuitos. La ley de corrientes de Kirchhoff establece que la corriente que fluye hacia cualquier nodo es igual a la corriente que sale de él; la carga eléctrica se conserva, por lo que no puede acumularse en un nodo ni desaparecer de él. La ley de tensiones de Kirchhoff establece que alrededor de cualquier lazo cerrado la suma de las subidas y caídas de tensión es cero; la energía se conserva, por lo que una carga que recorre un lazo completo regresa con la energía con la que empezó. Junto con la ley de Ohm, son suficientes para resolver cualquier red de resistencias, razón por la cual son las primeras herramientas de todo curso de electrónica. En este laboratorio, pondrá ambas leyes a prueba experimental directa. Construirá un circuito en serie y luego un circuito en paralelo con las mismas tres resistencias ( $100\ \Omega$ ,  $200\ \Omega$  y  $300\ \Omega$ ) en una fuente de  $12\text{ V}$ , medirá la corriente en cada punto y la tensión en cada componente con un multímetro, y verificará que las corrientes en cada nodo y las tensiones alrededor de cada lazo suman exactamente lo que las dos leyes exigen.

## OBJETIVOS

- Comprender las leyes de Kirchhoff
- Montaje de circuitos
- Uso del multímetro
- Conectar la teoría con la práctica
- Pensamiento analítico

Página del laboratorio: [proteus-vr.com/es/laboratorios/ley-de-kirchhoff-110/](https://proteus-vr.com/es/laboratorios/ley-de-kirchhoff-110/)

## 082 — Fuerza efectiva

|                            |                                  |
|----------------------------|----------------------------------|
| <b>IB Programme</b>        | Physics — Forces                 |
| <b>Secondary Programme</b> | DP Physics                       |
| <b>Syllabus Reference</b>  | A.2 Forces and momentum          |
| <b>NGSS (HS)</b>           | HS-PS2-1 · SEP 4, SEP 5 · CCC 2  |
| <b>NGSS (MS)</b>           | MS-PS2-2                         |
| <b>Summary</b>             | Newton's second law verification |



### DESCRIPCIÓN GENERAL

Un plano inclinado es la más antigua de las máquinas simples y sigue siendo una de las más útiles: es la razón por la que existe una rampa para sillas de ruedas, por la que una carretera de montaña hace curvas cerradas en lugar de subir en línea recta, y por la que un muelle de carga tiene una pendiente en lugar de un escalón. En todos los casos, la rampa no reduce el trabajo necesario para elevar una carga, sino que reduce el fuerza necesaria, distribuyendo ese trabajo a lo largo de un recorrido más largo. Saber cuánta fuerza exige una pendiente dada es lo que permite diseñar una rampa, dimensionar un cabrestante o darle a una carretera en la ladera de una colina una pendiente segura.

La física es una descomposición de un solo vector. La gravedad tira del carrito directamente hacia abajo con todo su peso  $F_g = m g$ , pero la tabla solo puede dejarse a lo largo de su superficie o presionarse perpendicularmente a ella. Al descomponer el peso en esas dos direcciones se obtiene una componente paralela al plano inclinado,  $F_{\text{efecto}} = F_g \sin \theta$ , que es la parte que tiende a hacer que el carro baje, y un componente perpendicular a ella,  $N = F_g \cos \theta$ , que el tablero simplemente apoya. Solo la componente paralela —la fuerza efectiva— tiene que ser retenida, y dado que el  $\sin \theta$  crece desde cero en la horizontal hasta uno en la vertical, el mismo carro exige una sujeción diferente en cada pendiente.

En este laboratorio medirás ese componente directamente. Se acopla un carro de masa conocida a un dinamómetro alineado con una tabla, y la tabla se coloca en ángulos aproximados de  $20^\circ$ ,  $40^\circ$  y  $60^\circ$  moviendo una abrazadera hacia arriba por un soporte universal. En cada ángulo, leerás la fuerza que indica el dinamómetro y calcularás cuál es  $F_g \sin \theta$  predice, y compare ambos. La comparación es el objetivo del experimento: la concordancia confirma la descomposición, y la magnitud de cualquier discrepancia indica la precisión con la que se realizó la medición.

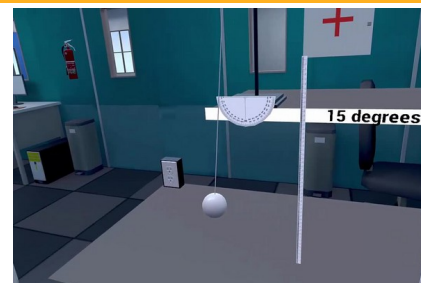
### OBJETIVOS

- Familiarización con el entorno del laboratorio
- Uso correcto de un dinamómetro
- Descomposición de una fuerza en componentes
- Predicción y comprobación de una relación cuantitativa
- Comparación entre los resultados de las mediciones y la teoría
- Relacionar la fuerza con la idea de una máquina

Página del laboratorio: [proteus-vr.com/es/laboratorios/fuerza-efectiva-en-un-plano-inclinado/](https://proteus-vr.com/es/laboratorios/fuerza-efectiva-en-un-plano-inclinado/)

## 083 — La energía mecánica de un objeto en movimiento

|                            |                                           |
|----------------------------|-------------------------------------------|
| <b>IB Programme</b>        | Physics — Energy                          |
| <b>Secondary Programme</b> | DP Physics                                |
| <b>Syllabus Reference</b>  | A.3 Work, energy, power                   |
| <b>NGSS (HS)</b>           | HS-PS3-1; HS-PS3-2 · SEP 4, SEP 5 · CCC 5 |
| <b>NGSS (MS)</b>           | MS-PS3-1; MS-PS3-5                        |
| <b>Summary</b>             | Kinetic and potential energy transfer     |



### DESCRIPCIÓN GENERAL

Un péndulo oscilante es la demostración más clara en física de que la energía puede cambiar de forma sin cambiar de cantidad. Es también, históricamente, una de las más trascendentales: la constancia de la oscilación de un péndulo dio al mundo sus primeros relojes precisos, mantuvo ese papel durante casi tres siglos y todavía se utiliza para medir la gravedad local con la precisión suficiente como para mapear la densidad de la roca bajo un sitio de estudio. El mismo principio rige a un niño en un columpio, una bola de demolición, un monopatín en una rampa de medio tubo y el amortiguador suspendido que estabiliza un edificio alto con el viento.

La energía mecánica de un objeto es la suma de su energía potencial gravitatoria,  $E_p = m g h$ , y su energía cinética,  $E_k = \frac{1}{2} m v^2$ . Cuando no actúa la fricción, esa suma se conserva: lo que una forma pierde, la otra lo gana, instante tras instante. Un péndulo hace visible el intercambio porque separa ambas formas en el espacio. En los extremos del recorrido, la masa está momentáneamente en reposo en su punto más alto, por lo que la energía es enteramente potencial; en el fondo del arco, la masa está en su punto más rápido y más bajo, por lo que la energía es enteramente cinética. Cada posición intermedia contiene una mezcla cuyo total es siempre el mismo.

En este laboratorio suspenderá una masa de 50 g de una varilla rígida en un soporte universal, la separará a  $15^\circ$  de la vertical y medirá la altura a la que ha sido elevada por encima de su posición de reposo. Al soltarla, cronometrará cinco oscilaciones completas. Luego repetirá todo el procedimiento a  $30^\circ$ . A partir de las dos alturas calculará la energía potencial almacenada al inicio de cada oscilación, y a partir de la conservación de la energía mecánica deducirá la velocidad que alcanza la masa en el punto más bajo de su arco —una velocidad que el aparato nunca mide directamente, pero que el balance energético proporciona sin necesidad de hacerlo—.

### OBJETIVOS

- Familiarización con el entorno del laboratorio
- Medición cuidadosa de longitud, ángulo y tiempo
- Calculando la energía potencial gravitatoria
- Aplicación del principio de conservación de la energía mecánica
- Relación entre el ángulo de liberación y la energía
- Comprobación del modelo

Página del laboratorio: [proteus-vr.com/es/laboratorios/la-energia-mecanica-de-un-objeto-en-movimiento/](https://proteus-vr.com/es/laboratorios/la-energia-mecanica-de-un-objeto-en-movimiento/)

## 084 — Aceleración constante

|                            |                                  |
|----------------------------|----------------------------------|
| <b>IB Programme</b>        | Physics — Motion                 |
| <b>Secondary Programme</b> | DP Physics                       |
| <b>Syllabus Reference</b>  | A.1 Kinematics                   |
| <b>NGSS (HS)</b>           | HS-PS2-1 · SEP 4, SEP 5 · CCC 1  |
| <b>NGSS (MS)</b>           | MS-PS2-2                         |
| <b>Summary</b>             | Acceleration and motion graphing |



### DESCRIPCIÓN GENERAL

Un carrito soltado en la parte superior de una rampa acelera a medida que desciende, y lo hace a un ritmo que se mantiene constante desde la parte superior de la tabla hasta el fondo. Se trata de un movimiento uniformemente acelerado —la misma cantidad de velocidad ganada en cada segundo— y es el caso más sencillo en el que cambia la velocidad. Los ingenieros se lo encuentran dondequiera que una carga baja por una pendiente: transportadores de rodillos por gravedad en un almacén, una pista de luge, la rampa utilizada para descargar un camión. Es también el caso de referencia con el que se compara cualquier movimiento más complicado.

La causa es que solo una parte del peso del carrito actúa a lo largo de la tabla. La gravedad tira directamente hacia abajo con una fuerza  $mg$ ; en un plano inclinado de ángulo  $\theta$ , la componente a lo largo de la superficie es  $mg \sin \theta$ , y el componente que presiona el carrito contra la tabla es  $mg \cos \theta$ . El primero impulsa el carro, el segundo determina con qué intensidad la fricción se opone a este, por lo que la aceleración cuesta abajo es  $a = g (\sin \theta - \mu \cos \theta)$ . La masa se cancela por completo de esa expresión: un carro pesado y uno ligero aceleran de manera idéntica por la misma rampa, aunque el pesado transporta más energía cuando llega allí.

En este laboratorio construirá un plano inclinado con dos tablas y una pinza en un soporte universal, hará descender por él un carrito de 250 g mientras un cronógrafo de chispa imprime un punto en una cinta de papel a intervalos fijos, y repetirá el descenso en tres ángulos crecientes. La cinta es el registro del movimiento: los puntos que se separan más significan que el carrito está acelerando, y la tasa a la que aumenta el espaciamiento es la aceleración. A partir de esa aceleración y de la distancia recorrida, usted dará cuenta de la energía: cuánta energía potencial gravitatoria se liberó, cuánta de ella llegó al pie de la rampa como energía cinética y cuánta se llevó la fricción durante la bajada.

### OBJETIVOS

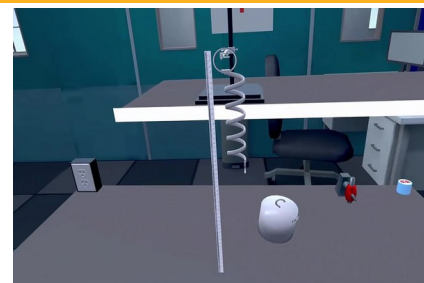
- Construcción y caracterización de un plano inclinado
- Grabación de movimiento con un cronómetro de chispa
- Medición de la velocidad y la aceleración a partir de los datos
- Aplicación de las ecuaciones del movimiento uniformemente acelerado
- Resolución de fuerzas en una pendiente
- Cálculo del consumo energético
- Cómo evaluar la calidad de una medición

Página del laboratorio: [proteus-vr.com/es/laboratorios/aceleracion-constante/](http://proteus-vr.com/es/laboratorios/aceleracion-constante/)



## 085 — La relación entre la deformación de un resorte y la fuerza restauradora que ejerce

|                            |                                        |
|----------------------------|----------------------------------------|
| <b>IB Programme</b>        | Physics — Forces                       |
| <b>Secondary Programme</b> | DP Physics                             |
| <b>Syllabus Reference</b>  | A.4 Rigid body mechanics               |
| <b>NGSS (HS)</b>           | HS-PS2-1 · SEP 4, SEP 5 · CCC 1, CCC 2 |
| <b>NGSS (MS)</b>           | MS-PS2-2                               |
| <b>Summary</b>             | Hooke's Law demonstration              |



### DESCRIPCIÓN GENERAL

Los resortes se cuentan entre los componentes mecánicos más útiles jamás concebidos: suspenden vehículos, cierran puertas, mantienen los relojes en funcionamiento y devuelven los bolígrafos retráctiles. El instrumento que utiliza un laboratorio para medir la fuerza —el dinamómetro— no es en sí más que un resorte calibrado, por lo que comprender cómo responde un resorte a una carga es comprender cómo se mide la fuerza misma. La respuesta se describe mediante la ley de Hooke: dentro de su rango elástico, un resorte ejerce una fuerza de restitución proporcional a su alargamiento,  $F = k\Delta l$ , donde la constante del resorte  $k$  mide la rigidez de ese resorte en particular. La proporcionalidad es el punto clave —duplicar la carga duplica el estiramiento— y es lo que hace que un resorte sea útil como dispositivo de medición. En este laboratorio, suspenderás un resorte de un soporte, le colocarás pesas de 1 N a 9 N en pasos iguales y leerás el alargamiento producido por cada carga en una regla fija. Representar gráficamente la fuerza de restitución frente al alargamiento revela entonces la relación lineal, y la pendiente de esa línea es la constante misma del resorte.

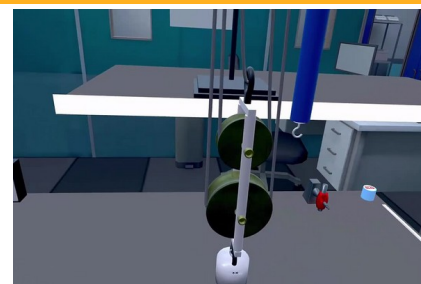
### OBJETIVOS

- Familiarización con el entorno del laboratorio
- Uso de instrumentos de medición
- Comprender la ley de Hooke
- Análisis gráfico y matemático
- Análisis crítico de los resultados

Página del laboratorio: [proteus-vr.com/es/laboratorios/085-la-relacion-entre-la-deformacion-de-un-resorte-y-la-fuerza-restauradora-que-ejerce/](https://proteus-vr.com/es/laboratorios/085-la-relacion-entre-la-deformacion-de-un-resorte-y-la-fuerza-restauradora-que-ejerce/)

## 086 — El funcionamiento de una grúa polipasto

|                            |                                        |
|----------------------------|----------------------------------------|
| <b>IB Programme</b>        | Physics — Energy, systems              |
| <b>Secondary Programme</b> | DP Physics                             |
| <b>Syllabus Reference</b>  | A.3 Work, energy, power                |
| <b>NGSS (HS)</b>           | HS-PS3-3 · SEP 2, SEP 6 · CCC 4, CCC 5 |
| <b>NGSS (MS)</b>           | MS-PS3-5                               |
| <b>Summary</b>             | Pulleys and mechanical advantage       |



### DESCRIPCIÓN GENERAL

Un polipasto es un aparato: una cuerda pasada de un lado a otro entre un bloque de poleas fijo y uno móvil, de modo que la carga cuelga de varios ramales a la vez en lugar de una sola cuerda. Las grúas en las obras de construcción, los sistemas de tramoya teatral, las escotas de los veleros y los elevadores de motores de garaje son la misma máquina, y todas existen por la misma razón: una persona puede tirar con fuerza durante poco tiempo pero no puede tirar con una fuerza de varios cientos de newtons en absoluto.

El principio es que el peso de la carga se comparte por igual entre los ramales que sostienen el bloque móvil. Con cinco ramales de este tipo, cada uno soporta una quinta parte del peso, y dado que el extremo libre de la cuerda es simplemente el último de esos ramales, la mano tira con solo una quinta parte de la fuerza. Nada se consigue a cambio de nada: para elevar la carga 20 cm, cada uno de los cinco ramales debe acortarse 20 cm, por lo que se debe tirar de un metro entero de cuerda. La máquina multiplica la fuerza y divide la distancia, y el producto de ambas —el trabajo— es lo que no puede cambiar. Lo que un mecanismo real puede hacer es perder algo de ese trabajo debido a la fricción en los ejes y al peso del bloque móvil que debe levantar junto con la carga, y la fracción que sobrevive es su eficiencia.

En este laboratorio colgará un peso de 1 N de un aparato de cinco ramales, tirará de un dinamómetro hasta que la carga ascienda a velocidad constante y leerá la fuerza requerida. Repetirá la medición ocho veces más, añadiendo un newton cada vez hasta llegar a 9 N, y para cada ensayo calculará la relación entre la carga y la fuerza de tracción. La segunda ley de Newton aplicada a la carga a velocidad constante da entonces la relación entre el peso y la tensión de la cuerda, y al comparar el trabajo que usted realiza con la energía potencial que gana la carga se obtiene la eficiencia de la máquina.

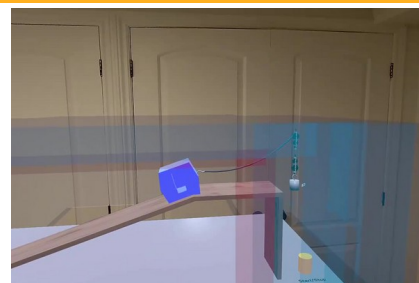
### OBJETIVOS

- Comprender cómo un aparato de poleas multiplica la fuerza
- Aplicar las leyes de Newton a un sistema en equilibrio
- Medición de fuerza y desplazamiento
- Trabajo, energía y eficiencia
- Interpretación de una tendencia a lo largo de una serie de cargas
- Conectando la máquina a sus usos

Página del laboratorio: [proteus-vr.com/es/laboratorios/086-el-funcionamiento-de-un-polipasto/](https://proteus-vr.com/es/laboratorios/086-el-funcionamiento-de-un-polipasto/)

## 087 — Ventaja mecánica en el diseño de escenarios teatrales

|                            |                                                   |
|----------------------------|---------------------------------------------------|
| <b>IB Programme</b>        | Physics — Energy, systems                         |
| <b>Secondary Programme</b> | DP Physics                                        |
| <b>Syllabus Reference</b>  | A.4 Mechanics                                     |
| <b>NGSS (HS)</b>           | HS-PS3-3; HS-ETS1-2 · SEP 2, SEP 6 · CCC 4, CCC 6 |
| <b>NGSS (MS)</b>           | MS-PS3-5                                          |
| <b>Summary</b>             | Engineering applications of pulleys               |



### DESCRIPCIÓN GENERAL

Cada teatro con torre de tramoya funciona con contrapesos. Una pieza de escenografía, una barra de iluminación o un intérprete se mueven no por un motor, sino por una masa en el otro extremo de un cable, y el oficio del técnico de escena consiste en elegir esa masa para que el movimiento tome el tiempo que pidió el director, llegue a donde debe y nunca se descontrola. La misma aritmética rige un funicular, un ascensor, una ventana de guillotina y una grúa; allí donde una cosa pesada se equilibra con otra cosa pesada a través de una cuerda y unas poleas.

Aquí se encuentran dos principios de la física. El primero es el polipasto: con cinco ramales que sostienen el bloque móvil, la fuerza se multiplica por cinco y la distancia se divide por cinco, de modo que el contrapeso se desplaza una quinta parte de la distancia de la carga y tira con una fuerza cinco veces mayor. El segundo es la segunda ley de Newton aplicada a un sistema que no está en equilibrio. Un contrapeso que equilibrara exactamente la escena la mantendría inmóvil; para hacerla mover en un tiempo determinado, el contrapeso debe ser deliberadamente más pesado que el equilibrio, y el excedente es lo que acelera ambas masas y vence la fricción de la rampa. Debido a que los dos extremos están unidos por la cuerda, sus aceleraciones están vinculadas en la misma proporción de 5 a 1 que sus desplazamientos.

En este laboratorio se te plantea una situación que debes resolver: una cuna que transporta a un actor, con un peso total de 150 kg, debe recorrer 12 m por una rampa con una inclinación de  $18^\circ$ , contra una fuerza de fricción igual a 24 % de la fuerza normal, impulsada por un contrapeso que cuelga de un polipasto de cinco hilos. Realizarás la demostración, leerás el tiempo de recorrido y el desplazamiento del contrapeso a partir de ella, y luego trabajarás hacia atrás: la aceleración de cada cuerpo a partir de la cinemática, las seis fuerzas que actúan sobre la cuna a partir de un diagrama de cuerpo libre y, por último, la masa del contrapeso que requiere la escena. La última pregunta es la que se plantea realmente un técnico en la práctica: ¿cuáles de estas magnitudes se pueden modificar y cómo afecta cada cambio al movimiento?.

### OBJETIVOS

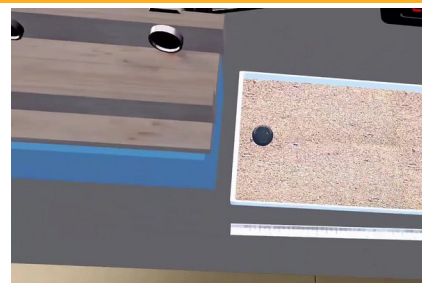
- Lectura de una máquina como restricción entre dos cuerpos
- Construcción y uso de diagramas de cuerpo libre
- Aplicando la cinemática de la aceleración uniforme
- Diseño según especificación
- Teniendo en cuenta la fricción y las pérdidas
- Relacionar el modelo con la etapa

Página del laboratorio: [proteus-vr.com/es/laboratorios/087-ventaja\\_mecanica\\_en\\_diseno\\_de\\_escenarios\\_teatrales/](http://proteus-vr.com/es/laboratorios/087-ventaja_mecanica_en_diseno_de_escenarios_teatrales/)



## 088 — La relación entre la fuerza resultante y la aceleración

|                            |                                 |
|----------------------------|---------------------------------|
| <b>IB Programme</b>        | Physics — Forces                |
| <b>Secondary Programme</b> | DP Physics                      |
| <b>Syllabus Reference</b>  | A.2 Forces and momentum         |
| <b>NGSS (HS)</b>           | HS-PS2-1 · SEP 4, SEP 5 · CCC 2 |
| <b>NGSS (MS)</b>           | MS-PS2-2                        |
| <b>Summary</b>             | Projectile motion exploration   |



### DESCRIPCIÓN GENERAL

Cuando una pelota rueda fuera del borde de una mesa, hace dos cosas a la vez, y todo el movimiento de los proyectiles se basa en el hecho de que estas dos cosas no interfieren entre sí. Horizontalmente mantiene la velocidad con la que salió, porque nada la empuja hacia adelante o hacia atrás. Verticalmente cae exactamente como habría caído desde el reposo, a la vez que la gravedad no se preocupa de que también se esté moviendo hacia los lados. Una pelota rodada suavemente desde un banco y una disparada con fuerza desde el mismo banco golpean el suelo en el mismo momento; solo difiere la distancia desde el banco. Esta independencia es lo que permite calcular la balística, la técnica del salto de longitud y la trayectoria de una jabalina lanzada.

La consecuencia es una predicción sorprendentemente simple. El tiempo en el aire está determinado enteramente por la altura de caída:  $h = \frac{1}{2}gt^2$  da  $t = \sqrt{2h/g}$ , el mismo para cada lanzamiento desde el mismo banco. La distancia horizontal es entonces lo que ese tiempo fijo rinde a la velocidad de lanzamiento,  $\Delta x = v_x t = v_x \sqrt{2h/g}$ . Por lo tanto, el alcance es directamente proporcional a la velocidad de lanzamiento —no a su cuadrado, y a nada más complicado— y una gráfica de una frente a la otra es una línea recta que pasa por el origen cuya pendiente es el tiempo de vuelo en segundos.

En este laboratorio, una bola de metal es disparada a lo largo de un riel horizontal y desde su extremo hacia una caja de arena. Dos sensores de fotodiodos a una distancia fija entre sí en la sección recta del riel cronometran la bola a su paso, lo que proporciona directamente la velocidad de lanzamiento; la regla proporciona la altura del riel sobre la superficie de aterrizaje, y una cinta métrica proporciona el alcance desde el extremo del riel hasta el punto de impacto. Se realizan ocho lanzamientos con una intensidad de lanzamiento creciente, y los pares de velocidad de lanzamiento y alcance se representan gráficamente uno frente al otro. Lo que se está probando es si la pendiente de esa línea coincide con  $\sqrt{2h/g}$  calculada a partir de la altura medida, una predicción hecha sin ningún parámetro libre.

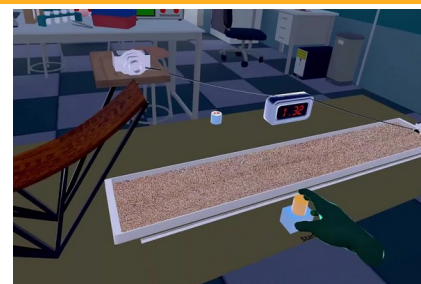
### OBJETIVOS

- Comprender el movimiento de proyectiles como dos problemas independientes
- Medición de una velocidad con un par de sensores
- Aplicando las ecuaciones cinemáticas
- Construcción e interpretación de un gráfico
- Evaluación de los errores y su dirección
- Relacionar el resultado con el mundo fuera del laboratorio

Página del laboratorio: [proteus-vr.com/es/laboratorios/088-la-relacion-entre-la-fuerza-resultante-y-la-aceleracion/](https://proteus-vr.com/es/laboratorios/088-la-relacion-entre-la-fuerza-resultante-y-la-aceleracion/)

# 091 — Energía cinética

|                            |                                                  |
|----------------------------|--------------------------------------------------|
| <b>IB Programme</b>        | Physics — Energy and Movement                    |
| <b>Secondary Programme</b> | DP Physics                                       |
| <b>Syllabus Reference</b>  | A.3 – Work, energy, power                        |
| <b>NGSS (HS)</b>           | HS-PS3-1; HS-PS3-2 · SEP 5, SEP 6 · CCC 5        |
| <b>NGSS (MS)</b>           | MS-PS3-1                                         |
| <b>Summary</b>             | Projectile motion and the role of air resistance |



## DESCRIPCIÓN GENERAL

Este laboratorio explora los principios del movimiento de proyectiles e investiga el papel de la resistencia del aire en condiciones del mundo real. El movimiento de proyectiles describe el movimiento de un objeto lanzado al aire bajo la influencia de la gravedad. En un modelo idealizado, la única fuerza que actúa sobre el objeto después del lanzamiento es la gravedad, lo que resulta en una trayectoria parabólica predecible. Sin embargo, en situaciones prácticas, fuerzas adicionales como la resistencia del aire pueden influir en el movimiento y provocar desviaciones de las predicciones teóricas.

En este experimento, una canica se lanza desde una rampa equipada con una rampa descendente inclinada a  $31^\circ$ , lanzándose desde una rampa ascendente inclinada a  $45^\circ$  cuyo borde se encuentra a 12 cm por encima de la arena, y se observa su movimiento mientras viaja por el aire y aterriza en una caja de arena. Al variar la posición de salida de la canica a lo largo de la rampa, los estudiantes modifican las condiciones iniciales del movimiento, en particular la velocidad de salida. Estas variaciones permiten investigar cómo los parámetros físicos como el tiempo de vuelo, la distancia horizontal y la velocidad de salida influyen en la trayectoria.

El laboratorio enfatiza la comparación entre cálculos teóricos y mediciones experimentales. Los estudiantes aplicarán ecuaciones cinemáticas para predecir el movimiento de la canica en ausencia de resistencia del aire y luego compararán estas predicciones con los datos observados. Esta comparación proporciona información sobre las limitaciones de los modelos ideales y resalta el impacto de las fuerzas del mundo real, como la resistencia del aire.

A través de esta actividad, los estudiantes desarrollan una comprensión más profunda del movimiento en dos dimensiones, la independencia de los componentes horizontales y verticales del movimiento y la importancia de la validación experimental en física. El laboratorio también refuerza el uso de técnicas de medición precisas y el análisis crítico al interpretar resultados.

## OBJETIVOS

- Entendiendo el movimiento de proyectiles
- Aplicación de las ecuaciones cinemáticas
- Análisis de las condiciones iniciales
- Medición experimental y recolección de datos
- Comparación entre teoría y experimento
- Comprendiendo el papel de la resistencia del aire

Página del laboratorio: [proteus-vr.com/es/laboratorios/091-energia-cinetica/](https://proteus-vr.com/es/laboratorios/091-energia-cinetica/)



## 106 — Movimiento de rodadura en rampas inclinadas

|                            |                                           |
|----------------------------|-------------------------------------------|
| <b>IB Programme</b>        | Physics — Motion                          |
| <b>Secondary Programme</b> | DP Physics                                |
| <b>Syllabus Reference</b>  | A.1 Kinematics                            |
| <b>NGSS (HS)</b>           | HS-PS2-1; HS-PS3-2 · SEP 4, SEP 5 · CCC 5 |
| <b>NGSS (MS)</b>           | MS-PS2-2                                  |
| <b>Summary</b>             | Rolling motion and energy conservation    |



### DESCRIPCIÓN GENERAL

Un objeto que rueda lleva su energía en dos lugares a la vez, y ese único hecho determina casi todos los números en este laboratorio. Los transportadores de rodillos por gravedad en los almacenes, los rodamientos de bolas, las pistas de bobsleigh y monopatín, y los circuitos de canicas alimentados por gravedad utilizados para enseñar mecánica, dependen todos de saber qué tan rápido viajará un cuerpo rodante al pie de una pendiente, y un cuerpo rodante nunca llega tan rápido como uno que se desliza liberado desde la misma altura.

Cuando un cuerpo se desliza sin fricción, cada joule de energía potencial gravitatoria que cede se convierte en energía cinética de traslación. Cuando rueda sin deslizarse, esa misma energía debe repartirse con la rotación, ya que la superficie de contacto ejerce el par de fricción que hace girar al cuerpo. En el caso de una esfera sólida, la parte correspondiente a la rotación es fija: dos séptimas partes del total, lo que deja solo cinco séptimas para impulsar la esfera hacia delante. Este es el origen del factor  $10/7$  que se aplica en todo el laboratorio: sustituye la conocida fórmula  $v = \sqrt{2gh}$  del caso de deslizamiento por  $v = \sqrt{(10gh/7)}$ , lo que supone una velocidad aproximadamente un 15 % menor. Dado que la gravedad es una fuerza conservativa, la forma y la longitud de la pendiente son irrelevantes para esa velocidad; solo importa la caída vertical.

En este laboratorio se comparan dos rampas cuyas secciones descendentes tienen una longitud de 1,0 m, pero descienden con ángulos diferentes, de  $15^\circ$  para la rampa 1 y de  $20^\circ$  para la rampa 2, y por lo tanto a través de alturas distintas. Predecirás la velocidad de la canica al pie de cada descenso basándote únicamente en la conservación de la energía, para luego medirla con un par de puertas de fotodiodos y un cronómetro electrónico. A continuación, predecirás qué altura alcanza la canica después de abandonar la corta sección ascendente de  $45^\circ$  al final de cada rampa, medirás también dicha altura y decidirás cuál de las dos geometrías lanza la canica más alto —y por qué los valores medidos quedan un poco por debajo de los previstos—.

### OBJETIVOS

- Movimiento de rodadura y el intercambio de energía
- Predicción a partir de la conservación de la energía mecánica
- Cinemática del lanzamiento y del vuelo
- La influencia de la geometría de la rampa
- Medición con barreras de fotodiodo y un cronómetro electrónico
- Comparación del modelo con la medición

Página del laboratorio: [proteus-vr.com/es/laboratorios/movimiento-de-rodadura-en-rampas-inclinadas/](http://proteus-vr.com/es/laboratorios/movimiento-de-rodadura-en-rampas-inclinadas/)