

**CORSO DI STUDIO:** *Corso di laurea Triennale in Chimica L-27*

**ANNO ACCADEMICO:** *2023-2024*

**DENOMINAZIONE DELL'INSEGNAMENTO:** ESERCITAZIONI DI CHIMICA FISICA (I CORSO, 6 CFU) (*corso integrato con CHIMICA FISICA (I CORSO)*)

| Principali informazioni sull'insegnamento  |   |
|--|---|
| Anno di corso                              | <i>Il anno</i>  |
| Periodo di erogazione                      | <i>I semestre (Ottobre 2023-Gennaio 2024)</i>   |
| Crediti formativi universitari (CFU/ETCS): | <i>6</i>  |
| SSD  | <i>CHIM/02</i>  |
| Lingua di erogazione                       | <i>Italiana</i>   |
| Modalità di frequenza                      | <i>Frequenza delle lezioni in aula: non obbligatoria,<br/>Frequenza del laboratorio: obbligatoria</i> |

| Docente        |  |
|----------------|--|
| Nome e cognome | <i>Vito Rizzi</i>  |
| Indirizzo mail | <i>vito.rizzi@uniba.it</i>   |
| Telefono       | <i>0805443443</i>  |
| Sede           | <i>Dipartimento di Chimica, stanza 104, primo piano, Via Orabona 4<br/>70126 Bari</i>                          |
| Sede virtuale  | <i>Microsoft Teams del corso</i>   |
| Ricevimento    | <i>Martedì e giovedì 15:00 – 18:00 (contattare sempre il docente via e-mail per concordare l'appuntamento)</i> |

| Organizzazione della didattica |                    |  |                    |
|--------------------------------|--------------------|--|--------------------|
| Ore                            |                    |  |                    |
| Totali                         | Didattica frontale | Pratica (laboratorio, campo, esercitazione, altro) | Studio individuale |
| <i>69</i>                      | <i>24</i>          | <i>45</i>  | <i>81</i>          |
| CFU/ETCS                       |                    |  |                    |
| <i>6</i>                       | <i>3</i>           | <i>3</i>   |                    |

|                            |   |
|----------------------------|---|
| <b>Obiettivi formativi</b> | <i>Attraverso lo svolgimento degli esperimenti, lo studente potrà approfondire e consolidare le proprie conoscenze di Termodinamica chimica ed elettrochimica di base, specialmente per ciò che riguarda gli aspetti applicativi, l'acquisizione e l'analisi critica di dati e le informazioni che si possono ricavare. Le esercitazioni di laboratorio costituiranno per lo studente occasione di interagire in modo diretto ed immediato con il docente e con gli altri studenti, dando l'opportunità di esprimere giudizi autonomi e riflessioni personali, offrendo, quindi, un'occasione per sviluppare capacità di comunicazione e senso critico.</i> |
| <b>Prerequisiti</b>        | <i>Conoscenze di base di Chimica, Matematica e Fisica</i>   |

|  |   |
|--|---|
| <p><b>Metodi didattici</b></p>   | <p><i>Lezioni frontali mediante impiego di PowerPoint e attività sperimentale</i></p>   |
| <p><b>Risultati di apprendimento previsti</b></p> <p><i>Da indicare per ciascun<br/>Descrittore di Dublino (DD=</i></p> <p><b>DD1</b> Conoscenza e capacità di comprensione</p> <p><b>DD2</b> Conoscenza e capacità di comprensione applicate</p> <p><b>DD3-5</b> Competenze trasversali</p> | <p><i>Acquisire familiarità con alcune tecniche di misura e strumentazioni chimico-fisiche applicate alla termodinamica ed all'elettrochimica; acquisizione di procedure metodologiche e strumentali ad ampio spettro per l'analisi dei dati sperimentali. Gli studenti dovranno dimostrare conoscenze e capacità di comprensione che estendono e/o rafforzano quelle già in loro possesso che consentiranno di elaborare e/o applicare idee originali, nel nuovo contesto di studio.</i></p> <p><i>Applicare principi della termodinamica a livello sperimentale; osservare gli esperimenti, annotare le osservazioni fatte e analizzare i dati criticamente; sviluppare capacità sperimentali e di lavoro autonomo e di gruppo; imparare a presentare i risultati sperimentali e a scrivere le relazioni in modo chiaro, conciso e consistente. Gli studenti dovranno mostrare abilità nel risolvere i problemi affrontati, inseriti in contesti anche interdisciplinari connessi al proprio settore di studio.</i></p> |

|  |  |
|--|--|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Autonomia di giudizio</b><br/><i>Saper scegliere la strategia ritenuta più adatta tra quelle proposte, per uno specifico caso di studio, argomentando la scelta e dimostrandone la validità.</i></li> <li>• <b>Abilità comunicative</b><br/><i>Saper esporre le particolarità di casi di studio e proporre tecniche di soluzione; la discussione in aula, nel corso della lezione, è anche a questo scopo incoraggiata. Gli studenti dovranno mostrare l'abilità di saper comunicare in modo chiaro e privo di ambiguità.</i></li> <li>• <b>Capacità di apprendere in modo autonomo</b><br/><i>Saper cercare le informazioni di impiego operativo per casi di studio da testi e siti in modo autonomo.</i></li> </ul>  |
| <b>Contenuti di insegnamento (Programma)</b> | <p><i>Il corso ha l'obiettivo di fornire le conoscenze teoriche necessarie alla comprensione delle esercitazioni di laboratorio oggetto di studio:</i></p> <p><b>Esercitazioni di laboratorio:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <i>Determinazione del calore di combustione del saccarosio da misure calorimetriche (Bomba di Mahler);</i></li> <li>2) <i>Determinazione dei calori di soluzione di elettroliti da misure calorimetriche (Calorimetro di White);</i></li> <li>3) <i>Misura della tensione di vapore e determinazione del calore di vaporizzazione di un liquido puro (acqua);</i></li> <li>4) <i>Calcolo del <math>\Delta T_{cr}</math> di diverse soluzioni acquose per diverse applicazioni;</i></li> <li>5) <i>Conducibilità di elettroliti in soluzione, e titolazioni conduttimetriche.</i></li> </ol> <p><i>Ognuna delle 5 esperienze presuppone la conoscenza di argomenti teorici come di seguito dettagliato:</i></p> <p><b>-Teoria degli errori nelle misure</b><br/><i>Misure dirette e misure indirette.</i><br/><i>Unità di misura.</i><br/><i>Gli strumenti di misura e loro caratteristiche (precisione, accuratezza,.....etc.)</i><br/><i>Errori sistematici.</i><br/><i>Errori casuali.</i><br/><i>Errore relativo ed errore assoluto.</i><br/><i>Discrepanza.</i><br/><i>Cifre significative ed arrotondamenti.</i></p> |

*Calcolo e propagazione degli errori.*

*Elementi di statistica (cenni):*

*La media.*

*Distribuzione degli errori.*

*Deviazione standard.*

*Metodo dei Minimi Quadrati.*

*Covarianza.*

*Coefficiente di correlazione lineare.*

***-Calorimetria***

*Esperienza di Joule.*

*Il calore.*

*Calorimetria ed analisi termica.*

*Trasmissione del calore.*

*Calore specifico e Capacità termica.*

*Gli strumenti per misurare il calore.*

*Calorimetro isoterma.*

*Calorimetro adiabatico.*

*Calibrazione del calorimetro.*

*Il termogramma.*

*Fughe termiche ed effetti parassiti.*

*Legge del raffreddamento di Newton.*

*Metodo di Dickinson per la determinazione del  $\Delta T$  corretto.*

*Il  $\Delta H$  di combustione.*

*Potere calorifico.*

*Determinazione del  $\Delta H$  di combustione del saccarosio.*

*Calorimetro di Berthelot-Mahler.*

*Determinazione del  $\Delta H$  di soluzione.*

*Calorimetro di White.*

*Elaborazione dati.*

***-Dipendenza della pressione di equilibrio dalla temperatura***

*Calore latente.*

*Tensione di vapore.*

*Equilibrio liquido-vapore.*

*Entalpia di evaporazione.*

*Equazione di Clausius-Clapeyron.*

*Apparato strumentale.*

*Elaborazione dati.*

***-Proprietà colligative***

*Soluzioni reali e ideali.*

*Abbassamento della tensione di vapore.*

*Innalzamento del punto di ebollizione ed abbassamento del punto di fusione.*

*Pressione osmotica.*

*Relazione dell'abbassamento della temperatura di fusione.*

*Costante crioscopica.*

*Applicazioni della crioscopia.*

*Determinazione del peso molecolare di un soluto (glucosio).*

*Determinazione del grado di dissociazione di un elettrolita debole (Acido monocloroacetico).*

*Determinazione del coefficiente di Van't Hoff di un elettrolita forte (KCl).*

*Misura del  $\Delta T$  crioscopico.*

*I termogrammi.*

*Elaborazione dati.*

*Diagrammi di raffreddamento.*

|                                     |  |
|-------------------------------------|--|
|                                     | <p><b>-Conducibilità delle soluzioni</b><br/> <i>Classificazione dei conduttori.<br/>         Conducibilità e resistenza.<br/>         Conducibilità specifica.<br/>         Conducibilità molare e Conducibilità equivalente.<br/>         Legge di Kohlrausch.<br/>         Conduttimetro.<br/>         Ponte di Wheatstone.<br/>         Ponte di Kohlrausch.<br/>         Celle di conducibilità.<br/>         Determinazione della costante di cella.<br/>         Determinazione della costante di dissociazione dell'acido acetico.<br/>         Elaborazione dati.</i></p> <p><b>-Cenni di elettrochimica.</b></p> |
| <b>Testi di riferimento</b>         | <p><i>Dispense e appunti di lezioni<br/>         P.W. Atkins: Chimica Fisica - Zanichelli Bologna<br/>         John R. Taylor: Introduzione all'analisi degli errori - Zanichelli Bologna</i></p>  |
| <b>Note ai testi di riferimento</b> |  |
| <b>Materiali didattici</b>          | <i>Via e-mail direttamente dal docente</i>   |

| <b>Valutazione</b>                      |  |
|---|--|
| Modalità di verifica dell'apprendimento | <p><i>La verifica della preparazione raggiunta dallo studente viene effettuata attraverso la discussione delle relazioni di laboratorio. La valutazione finale sarà data in occasione dell'esame orale congiunto (Chimica Fisica I CORSO), nell'ambito del quale è prevista una discussione sul lavoro svolto. La prova orale consiste in una discussione finalizzata ad accertare il livello di conoscenza e capacità di comprensione raggiunta dallo studente sui contenuti teorici e metodologici indicati nei programmi dei due moduli. La prova orale consentirà inoltre di verificare la capacità di comunicazione dello studente con proprietà di linguaggio ed organizzazione autonoma dell'esposizione degli argomenti.</i></p> |

|  |   |
|--|---|
| <p>Criteri di valutazione</p>  | <p><i>Lo studente deve dimostrare padronanza degli apparati sperimentali, capacità di collegamento con la parte teorica del corso e con le altre discipline, capacità critica nell'analisi dei dati sperimentali, sapere scegliere la strategia più opportuna per la risoluzione di problemi pratici, utilizzare le risorse digitali in maniera corretta, analizzare i dati sperimentali mediante i più comuni software (Excell, SigmaPlot, Origin, etc.), utilizzare semplici metodi numerici.</i></p> |
| <p>Criteri di misurazione dell'apprendimento e di attribuzione del voto finale</p> | <p><i>Lo studente deve essere in grado di razionalizzare le attività svolte in laboratorio descrivendole in modo critico dimostrando la conoscenza degli argomenti.</i></p> <p><i>Il voto finale è attribuito in trentesimi. L'esame si intende superato quando il voto è maggiore o uguale a 18.</i></p>   |

|              |  |
|--------------|--|
|              |  |
| <b>Altro</b> | <p><i>In sede di esame orale:</i></p> <p><i>Lo studente deve essere in grado di illustrare tutti gli apparati strumentali utilizzati in laboratorio mostrando la loro modalità di utilizzo, spiegando le motivazioni per cui tali strumenti sono progettati in un certo modo e quindi forniscono i risultati ottenuti.</i></p> <p><i>Ogni esperienza di laboratorio prevede la costruzione di grafici e interpretazione dei dati; pertanto, lo studente deve essere in grado di commentare tali dati spiegandone il significato utilizzando le conoscenze acquisite.</i></p> <p><i>Lo studente deve essere in grado di mostrare il calcolo dell'errore associato ad una misura e sua propagazione.</i></p> |
|              |  |



|                         |  |
|-------------------------|--|
| <b>COURSE OF STUDY</b>  | <i>Bachelor in Chemistry L-27</i>  |
| <b>ACADEMIC YEAR</b>    | <i>2023-2024</i>   |
| <b>ACADEMIC SUBJECT</b> | <i>Laboratory of Physical Chemistry (1<sup>st</sup> Course)<br/>joined with Physical Chemistry (1<sup>st</sup> Course)</i> |

| General information                          |  |
|--|--|
| Year of the course                           | <i>II<sup>nd</sup> year</i>  |
| Academic calendar (starting and ending date) | <i>1<sup>st</sup> semester (October 2023- January 2024)</i>                                    |
| Credits (CFU/ETCS):                          | <i>6</i>   |
| SSD  | <i>CHIM/02</i>   |
| Language                                     | <i>Italian</i>   |
| Mode of attendance                           | <i>Attendance of class lessons: not mandatory,<br/>Attendance of the laboratory: mandatory</i> |

| Professor/ Lecturer  |   |
|--|---|
| Name and Surname   | <i>Vito Rizzi</i>   |
| E-mail   | <i>vito.rizzi@uniba.it</i>  |
| Telephone  | <i>0805443443</i>   |
| Department and address   | <i>Department of Chemistry, room 104, first floor, Via Orabona 4, 70126Bari</i>                                       |
| Virtual room   | <i>Microsoft Teams course's platform</i>  |
| Office Hours (and modalities: e.g., by appointment, on line, etc.) | <i>Tuesday and Thursday 15:00 - 18:00 (always after contacting the teacher by e-mail for booking the appointment)</i> |

| Work schedule |           |   |   |
|---------------|-----------|---|---|
| Hours         |           |   |   |
| Total         | Lectures  | Hands-on (laboratory, workshops, working groups, seminars, field trips) | Out-of-class study hours/<br>Self-study hours |
| <i>69</i>     | <i>24</i> | <i>45</i>   | <i>81</i>                                     |
| CFU/ETCS      |           |   |   |
| <i>6</i>      | <i>3</i>  | <i>3</i>  |   |

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| <b>Learning Objectives</b>  | <i>Thanks to the experiments, the students will be able to consolidate their knowledge of basic chemical and electrochemical thermodynamics, especially as regards the applicative aspects, the acquisition and critical analysis of data and the information that can be obtained. The laboratory experiments will be an opportunity for the student to interact directly with the teacher and other students, giving the opportunity to express independent assessments and personal reflections, offering, therefore, an opportunity to develop communication skills.</i> |
| <b>Course prerequisites</b> | <i>Basic knowledge of Chemistry, Mathematics and Physics</i>   |

|   |  |
|---|--|
| <b>Teaching strategie</b>                     | <i>Lectures using PowerPoint and experimental activity</i> |
| <b>Expected learning outcomes in terms of</b> |  |

|  |  |
|--|--|
| <p><b>Knowledge and understanding on:</b></p>          | <p><i>Become familiar with some techniques and chemical-physical devices applied to thermodynamics and electrochemistry, acquisition of methodological and instrumental procedures for the analysis of experimental data. Students, therefore, will demonstrate knowledge and skills of understanding that extend and/or strengthen those already in their possession that will allow to develop and/or apply original ideas, in the new context of study.</i></p> |
| <p><b>Applying knowledge and understanding on:</b></p> | <p><i>Apply principles of thermodynamics at the experimental level; observe experiments, annotate the observations, and analyze critically the data; develop experimental and autonomous/group work skills; to be able to present clearly experimental results and write reports concisely and consistently. Students will be able to show skills in solving the problems, also into interdisciplinary contexts related to their field of study.</i></p>           |
| <p><b>Soft skills</b></p>                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b><i>Making informed judgments and choices</i></b><br/><i>Identify the most suitable strategy among those proposed, for a specific case of study, discussing the choice and proving its validity.</i></li> </ul>   |

|                          |   |
|--------------------------|---|
|                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Communicating knowledge and understanding</b><br/><i>Identifying the peculiarities of case studies and propose solutions; the discussion in the classroom, during the lesson, is also encouraged for this purpose. Students should show the ability to communicate clearly and unambiguously.</i></li> <li>• <b>Capacities to continue learning</b><br/><i>Identify how to search, for operational use, information for case studies from text books and web sites.</i></li> </ul>  |
| <b>Syllabus</b>          |   |
| <b>Content knowledge</b> | <p><i>The course aims to provide the theoretical knowledge needed to understand the laboratory experiences:</i></p> <p><b>In Laboratory:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <i>Determination of the burning heat of sucrose by calorimetric measurements (Mahler bomb);</i></li> <li>2) <i>Determination of electrolyte solution calories from calorimetric measurements (White calorimeter);</i></li> <li>3) <i>Measurement of the vapour pressure and determination of the heat of vaporisation of a pure liquid (water);</i></li> <li>4) <i>Calculation of <math>\Delta T_{cr}</math> of different aqueous solutions for different applications;</i></li> <li>5) <i>Conductivity of electrolytes in solution, and conductivity titrations.</i></li> </ol> <p><i>Each of the above 5 experiences assumes knowledge of theoretical topics as detailed below:</i></p> <p><b>-Theory of errors in measurements</b><br/><i>Direct and indirect measures.<br/>Unit of measurement.<br/>Measuring instruments and their characteristics (precision, accuracy,....etc.)<br/>Systematic errors.<br/>Random errors.<br/>Relative error and absolute error.<br/>Discrepancy.<br/>Significant figures and rounding.<br/>Calculation and propagation of errors.<br/>Elements of statistics:<br/>The mean.<br/>Distribution of errors.<br/>Standard deviation.<br/>Method of Least Squares.<br/>Covariance.<br/>Linear correlation coefficient.</i></p> <p><b>-Calorimetry</b><br/><i>Experience of Joule.<br/>The heat.<br/>Calorimetry and thermal analysis.<br/>Heat transfer.<br/>Specific heat and thermal capacity.<br/>Instruments for measuring heat.</i></p> |

|                                  |   |
|----------------------------------|---|
|                                  | <p><i>Isothermal calorimeter.</i><br/><i>Adiabatic calorimeter.</i><br/><i>Calibration of the calorimeter.</i><br/><i>The thermogram.</i><br/><i>Thermal leaks and parasitic effects.</i><br/><i>Newton's law of cooling.</i><br/><i>Dickinson's method for the determination of the correct <math>\Delta T</math>.</i><br/><i>The <math>\Delta H</math> of combustion.</i><br/><i>Calorific value.</i><br/><i>Determination of the <math>\Delta H</math> combustion (sucrose).</i><br/><i>Calorimeter of Berthelot-Mahler.</i><br/><i>Determination of solution <math>\Delta H</math>.</i><br/><i>Calorimeter of White.</i><br/><i>Data processing.</i></p> <p><b><i>-Dependence of equilibrium pressure on temperature</i></b><br/><i>Latent heat.</i><br/><i>Vapour pressure.</i><br/><i>Liquid-vapor equilibrium.</i><br/><i>Enthalpy of evaporation.</i><br/><i>Clausius-Clapeyron equation.</i><br/><i>Instrumental apparatus.</i><br/><i>Data processing.</i></p> <p><b><i>-Colligative properties</i></b><br/><i>Real and ideal solutions.</i><br/><i>Lowering the vapour pressure.</i><br/><i>Rising boiling point and lowering melting point. Osmotic pressure.</i><br/><i>Mathematical expression referred to the lowering of the melting temperature.</i><br/><i>Cryoscopy constant.</i><br/><i>Applications of cryoscopy.</i><br/><i>Determination of the molecular weight of a solute (glucose).</i><br/><i>Determination of the degree of dissociation of a weak electrolyte (monochloroacetic acid).</i><br/><i>Determination of the Van't Hoff coefficient of a strong electrolyte (KCl).</i><br/><i>Measurement of cryoscopic <math>\Delta T</math>.</i><br/><i>The thermograms.</i><br/><i>Data processing.</i><br/><i>Diagrams of cooling.</i></p> <p><b><i>-Conductivity of the solutions</i></b><br/><i>Classification of conductors.</i><br/><i>Conductivity and resistance.</i><br/><i>Specific conductivity.</i><br/><i>Molar conductivity and equivalent conductivity.</i><br/><i>Law of Kohlrausch.</i><br/><i>Device to measure the conductivity.</i><br/><i>Wheatstone Bridge.</i><br/><i>Kolrausch Bridge.</i><br/><i>Cells of conductivity.</i><br/><i>Determination of a cell constant.</i><br/><i>Determination of the dissociation constant of acetic acid.</i><br/><i>Data processing.</i></p> <p><b><i>-Basical principles of electrochemistry.</i></b></p> |
| <p><b>Texts and readings</b></p> | <p><i>P.W. Atkins: Chimica Fisica - Zanichelli Bologna</i><br/><i>John R. Taylor: Introduzione all'analisi degli errori - Zanichelli Bologna</i></p>  |

|                                    |  |
|------------------------------------|--|
| <b>Notes, additional materials</b> |  |
| <b>Repository</b>                  | <i>By e-mail directly from the teacher</i>   |
| <b>Assessment</b>                  |  |
| Assessment methods                 | <i>The preparation reached by the student is verified through the examination of laboratory reports. The final evaluation will be given during the joint examination (Physical Chemistry I), in which there will be a discussion on the work carried out and an oral examination. The oral exam consists of a discussion aimed at assessing the student's level of knowledge and understanding of the theoretical and methodological contents indicated in the programs of the two modules. The oral exam will also allow verifying the student's communication skills with language properties and autonomous organization of the exposure on the same topics with theoretical content.</i> |
| Assessment criteria                | <i>The student must demonstrate control of experimental apparatus, ability to connect with the theoretical sections of the course and with other disciplines, critical ability in the analysis of experimental data, know how to choose the most appropriate strategy for solving practical problems, use digital resources correctly, analyze experimental data using the most common software (Excell, Sigmaplot, Origin, etc.), use simple numerical methods.</i>   |
| Final exam and grading criteria    | <i>The student must be able to rationalize the activities carried out in the laboratory describing them critically demonstrating their knowledges.</i><br><br><i>The final evaluation is expressed in a scale from 18 to 30. The exam is considered passed when the grade is greater than or equal to 18.</i>  |
| <b>Further information</b>         |  |
|                                    | <i>During the oral exam:</i><br><br><i>The student must be able to illustrate all the instrumental apparatus used in the laboratory showing their mode of use, explaining the reasons for which such instruments are designed in a certain way and therefore provide the obtained results.</i><br><br><i>Each laboratory experience involves the construction of graphs and interpretation of data; therefore, the student must be able to comment these data by explaining their meaning using their knowledge.</i><br><br><i>The student must be able to show the calculation of the error associated to a measure and its propagation.</i>  |