

湖南省高等教育自学考试  
课程考试大纲

物理化学（一）

（课程代码：02049）

湖南省教育考试院组编  
2016年12月

# 高等教育自学考试课程考试大纲

课程名称：物理化学（一）

课程代码：02049

## 第一部分 课程性质与目标

### 一、课程性质与特点

物理化学（一）是高等教育自学考试冶金工程(本科)专业的专业核心课程，它是一门根据物理学的原理和手段，运用数学方法探讨化学反应的一般规律的学科。该课程的重点、难点内容包括：热力学第一定律在理想气体状态变化和化学反应中的应用，热力学第二定律在理想气体状态变化中的应用及隔离系统中的变化过程判断，热力学第三定律在化学反应中的应用，状态函数  $\Delta U$ 、 $\Delta H$ 、 $\Delta S$ 、 $\Delta A$ 、 $\Delta G$  的计算；等温方程判断化学反应的方向，用化学热力学方法计算反应的标准平衡常数，温度对标准平衡常数的影响，化学平衡原理在气体反应中的应用；多组分组成可变的均相系统的热力学基本方程及其应用，理想气体混合物中任意组分的化学势，标准态和参考态的定义，溶液中的化学平衡；相律在两组分气液相图、液固相图中的应用及用杠杆规则分析两组分气液相图、液固相图；基元反应、复杂反应的动力学方程，典型复杂反应动力学分析，温度对化学反应速率常数的影响；电解质溶液的活度，原电池热力学及其电极过程动力学；表面热力学性质，弯曲液面的特性，固-气界面的吸附作用，固-液界面吸附现象，液-气界面吸附现象，亚稳定状态；溶胶稳定性的影响因素，常用的絮凝剂，影响电动势的原因，电泳现象，电渗现象，溶胶制备的方法，提纯溶胶最常用方法，胶团结构，平板式双电层理论，扩散双电层理论等。

### 二、课程目标与基本要求

通过本课程的学习使考生掌握热力学、电化学、表面化学、胶体化学基本概念，应用热力学、电化学、表面化学、胶体化学的基本原理，对相应生产过程中的化学平衡问题和相平衡问题进行分析；初步掌握动力学基本概念，对化学反应速率的各种影响因素进行分析；基本掌握物理化学的计算方法、数据处理方法并进行合理分析。

通过该课程的自学，培养考生学习理论知识的兴趣，突破重点和难点，为后续课程的学习打下厚实的理论基础，提高分析问题和解决问题的能力，树立理论联系实际科学作风。

### 三、与本专业其他课程的关系

物理化学（一）是冶金工程(本科)专业的专业核心课程，先修课程为：普通化学，高等数学；其后续课程为：冶金原理、化工原理、粉末冶金原理、材料科学基础、环境科学基础等。物理化学中出现的概念和理论，在后续专业课程中进一步深入完善。

## 第二部分 考核内容与考核目标

### 第一章 热力学第一定律

#### 一、学习目的与要求

掌握系统与环境概念，系统的容量性质、强度性质、状态与状态函数、过程与途径、内能、热、功、焓、热容等概念，热力学第一定律的文字表述和数学表达式；了解可逆和不可逆过程的定义，状态函数的两个重要特征，恒容热与内能变化的关系，恒压热与焓变的关系，温度对热容的影响公式，理想气体的热容值；熟练应用标准摩尔生成焓和标准摩尔燃烧焓来计算化学反应标准摩尔反应焓，应用盖斯定律计算化学反应焓，应用基尔霍夫定律计算不同温度化学反应标准摩尔反应焓，应用热力学第一定律计算理想气体恒温、恒压、恒容、绝热等过程中 $\Delta U$ 、 $\Delta H$ 、 $Q$ 和 $W$ ，计算可逆相变焓。

#### 二、考核知识点与考核目标

##### (一) 热力学第一定律的应用、热化学（重点）

识记：节流膨胀和焦耳实验的结论，反应进度的概念

理解：可逆相变过程与不可逆相变过程的区别，化学反应的热效应，盖斯定律

应用：理想气体的绝热可逆方程，用标准摩尔生成焓和标准摩尔燃烧焓来计算标准摩尔反应焓，用基尔霍夫定律计算不同温度化学反应标准摩尔反应焓

##### (二) 热力学第一定律、焓、热容（次重点）

识记：热的概念，功的概念，恒压热容概念，恒容热容概念，理想气体的热容值

理解：热力学第一定律的文字表述和数学表达式，热容与温度的关系式

应用：体积功的计算，理想气体恒温可逆过程体积功的计算，理想气体恒温、恒压、恒容、绝热等过程中内能和焓变的计算

##### (三) 热力学基本概念（一般）

识记：系统的概念，环境的概念，系统的分类

理解：系统性质的两个类别，状态函数的重要特征，平衡态的条件，可逆过程概念

### 第二章 热力学第二定律

#### 一、学习目的与要求

掌握热力学第二定律的克劳修斯说法、开尔文说法，自发过程的概念，熵的定义式，孤立系统熵变表达式，理想气体恒温、恒压、恒容过程熵变计算，理想气体混合熵变计算，可逆相变过程熵变计算，用孤立系统熵变判断过程变化方向，恒温、恒容且非体积功为零条件下系统变化方向和限度的判据，恒温、恒压且非体积功为零条件下系统变化方向和限度的判据，吉布斯函数、亥姆霍斯函数的定

义式；了解封闭系统热力学函数间的关系；熟练计算理想气体恒温、恒压、恒容过程的 $\Delta S$ 、 $\Delta H$ 、 $\Delta U$ 、 $\Delta A$ 和 $\Delta G$ ，可逆相变过程的 $\Delta S$ 、 $\Delta H$ 、 $\Delta U$ 、 $\Delta A$ 和 $\Delta G$ 计算，运用克拉佩龙方程及克-克方程式计算不同温度下饱和蒸气压的变化。

## 二、考核知识点与考核目标

### (一) 熵变的计算及应用、亥姆霍兹函数和吉布斯函数、克拉佩龙方程（重点）

识记：亥姆霍兹函数的定义式、吉布斯函数的定义式

理解：理想气体恒温、恒压、恒容过程熵变计算、理想气体混合熵变计算，可逆相变过程熵变计算

应用：理想气体恒温、恒压、恒容过程 $\Delta A$ 和 $\Delta G$ 的计算，可逆相变过程 $\Delta A$ 和 $\Delta G$ 的计算，运用克拉佩龙方程及克-克方程式计算不同温度下饱和蒸气压

### (二) 卡诺循环、热力学第二定律、熵、热力学第二定律的表述（次重点）

识记：热机效率表达式，卡诺热机效率表达式，自发过程概念

理解：卡诺循环的四个步骤，热力学第二定律的表达式，熵与混乱度的关系式

应用：热力学第二定律的克劳修斯说法、开尔文说法

### (三) 热力学函数间的关系（一般）

识记：麦克斯韦关系式

理解：热力学基本方程

## 第三章 化学平衡

### 一、学习目的与要求

掌握用理想气体化学反应等温方程判断化学反应的方向，用标准摩尔反应吉布斯函数计算化学反应的标准平衡常数；了解化学反应的同时平衡，热力学第三定律的内容，标准熵、规定熵的定义，由标准摩尔生成吉布斯函数计算化学反应标准摩尔吉布斯函数；熟练应用理想气体化学反应等温方程，气体反应标准平衡常数的定义式，标准摩尔反应熵的计算式，不同温度的标准摩尔反应熵的计算式，用范特霍夫等压方程积分式计算不同温度下标准平衡常数，温度对气体化学平衡的影响，气态组分分压对化学平衡的影响，系统总压力对化学平衡的影响，惰性气体对化学平衡的影响。

### 二、考核知识点与考核目标

#### (一) 化学反应等温方程、温度对平衡常数的影响（重点）

识记：标准摩尔生成吉布斯函数，吉布斯-亥姆霍兹方程

理解：标准摩尔反应吉布斯函数及其与温度的关系

应用：理想气体化学反应等温方程判断化学反应的方向，用标准摩尔反应吉布斯函数计算化学反应的标准平衡常数，用范特霍夫等压方程积分式计算不同温度下标准平衡常数

#### (二) 热力学第三定律、影响理想气体化学平衡的因素（次重点）

识记：能斯特热定理，影响理想气体化学平衡的因素  
理解：热力学第三定律的内容，规定熵和标准熵概念，气态组分分压对化学平衡的影响，惰性气体对化学平衡的影响

应用：标准摩尔反应熵的计算式，不同温度的标准摩尔反应熵的计算式，系统总压力对平衡的影响

### (三) 各类平衡常数、同时平衡（一般）

识记：理想气体反应的标准平衡常数的定义、压力平衡常数的定义、摩尔分数平衡常数的定义、摩尔浓度平衡常数的定义，多相反应的标准平衡常数的定义，分解压概念

理解：平衡转化率公式，同时平衡的概念

## 第四章 多组分系统热力学

### 一、学习目的与要求

掌握稀溶液和理想溶液中各组分在溶液上方蒸气压的计算方法，分配定律的影响因素，萃取的概念；了解偏摩尔量和化学势的定义，多组分组成可变的均相系统的热力学基本方程，理想气体混合物中任意组分的化学势，标准态和参考态的定义，活度的定义，活度的测定方法，规则溶液的概念，溶液反应中标准平衡常数与系统标准摩尔反应吉布斯函数的关系；熟练应用拉乌尔定律和亨利定律，稀溶液的依数性计算公式。

### 二、考核知识点与考核目标

#### (一) 稀溶液的气液平衡、理想稀溶液、稀溶液的依数性、理想溶液（重点）

识记：稀溶液中组分的化学势计算公式，理想溶液的蒸气压与溶液组成的关系，理想溶液中组分的化学势计算公式，稀溶液的蒸气压与溶液组成的关系

理解：分配定律，沸点上升公式，凝固点下降公式，渗透压公式，蒸气压下降公式

应用：拉乌尔定律和亨利定律

#### (二) 偏摩尔性质、化学势、活度和活度系数的测定（次重点）

识记：偏摩尔性质，化学势的定义，活度的定义，标准态和参考态的定义

理解：偏摩尔量集合公式，吉布斯-杜海姆方程，理想气体的化学势，活度测定实验方法

应用：偏摩尔体积的计算，化学势在多相平衡系统中的应用

#### (三) 超额函数与规则溶液、溶液中的化学平衡（一般）

识记：超额函数概念

理解：规则溶液概念，溶液反应中标准平衡常数与系统标准摩尔反应吉布斯函数的关系

## 第五章 相图

## 一、学习目的与要求

掌握相律的含义，相律在单组分、两组分系统中的应用，固相完全不互溶的共晶型二组分相图，固相完全不互溶且生成化合物的二组分相图，生成固溶体的二组分相图，热分析法制作相图，区域熔炼，精馏原理；了解相数、组分数、自由度等一些基本概念，单组分相图、两组分系统的气-液平衡相图、液态部分互溶型的二组分相图；熟练应用杠杆规则研究相图。

## 二、考核知识点与考核目标

(一) 固相完全不互溶的共晶型二组分相图、固相完全不互溶且生成化合物的二组分相图、生成固溶体的二组分相图（重点）

识记：固相完全不互溶的共晶型二组分相图、固相完全不互溶且生成化合物的二组分相图、生成固溶体的二组分相图

理解：热分析法制作相图、区域熔炼

应用：杠杆规则分析气-液平衡相图

(二) 单组分相图、相律、两组分系统的气-液平衡相图、液态部分互溶型的二组分相图（次重点）

识记：单组分相图、两组分系统的气-液平衡相图、液态部分互溶型的二组分相图

理解：相律、精馏原理

应用：杠杆规则分析固-液平衡相图

(三) 简单共晶型的三组分液-固相图、具有一个二组分稳定化合物的三组分液-固相图（一般）

识记：具有一个二组分稳定化合物的三组分液-固相图

理解：简单共晶型的三组分液-固相图

## 第六章 量子力学基础

本章内容供考生选读，不作考核要求。

## 第七章 统计热力学

本章内容供考生选读，不作考核要求。

## 第八章 表面现象

### 一、学习目的与要求

掌握表面张力概念，表面能概念，表面张力随温度变化的原因，四种亚稳定状态，弯曲液面的附加压力方向与曲率的关系，表面活性物质概念，表面张力变化与表面吸附的关系，表面活性物质的增溶作用，物质的表面活性与碳氢链的关系，影响固体从溶液中吸附的因素，固体对强电解质溶液吸附的规律，物理吸附与化学吸附的区别；了解粘附功概念，内聚功概念，各种类型的润湿与铺展过程，接触角与界面张力的关系，毛细管内液面上升高度与毛细管半径的关系，吉布斯

吸附等温式；熟练应用拉普拉斯方程，开尔文方程，朗格缪尔吸附等温方程，能分析新相难成的机理与亚稳态的形成。

## 二、考核知识点与考核目标

### (一) 弯曲液面压力性质、亚稳定状态、气体在固体表面的吸附、吸附等温方程 (重点)

识记：四种亚稳定状态，吸附概念，吸附量与温度和压力的关系

理解：弯曲液面的附加压力方向与曲率的关系，新相难成的机理与亚稳态的形成

应用：拉普拉斯方程，开尔文方程，物理吸附与化学吸附，朗格缪尔吸附等温方程

### (二) 润湿现象、吉布斯吸附等温方程、表面活性物质和表面膜、固体自溶液中的吸附 (次重点)

识记：了解粘附功概念，内聚功概念，各种类型的润湿与铺展过程，表面活性物质概念，表面张力变化与表面吸附的关系，表面活性物质的增溶作用

理解：接触角与界面张力的关系，吉布斯吸附等温方程，物质的表面活性与碳氢链的关系，

应用：毛细管内液面上升高度与毛细管半径的关系，影响固体从溶液中吸附的因素，固体对强电解质溶液吸附的规律

### (三) 表面张力与表面自由能 (一般)

识记：表面张力概念，表面能概念

理解：表面张力随温度变化的原因

## 第九章 电化学

### 一、学习目的与要求

掌握离子的电迁移率定义，离子迁移数定义，电导率概念，摩尔电导率概念，电解质溶液的电导率与浓度的关系，电解质溶液的摩尔电导率与浓度的关系，离子独立运动定律，原电池的表示方法，双电层的构成，液接电势的消除方法，可逆电池的条件，五种电极种类，标准氢电极和标准氢电极电势，电极反应超电势定义，塔菲尔公式，理论分解电压概念，实际分解电压计算公式，析出电势定义；了解强电解质的活度和活度系数离子平均活度系数测定方法，溶液 pH 值测定方法，电池反应热力学性质测定方法，微溶盐溶度积测定方法，熔盐电池概念，固体电解质电池概念，电流密度概念，浓差极化方程；熟练应用法拉第定律，应用德拜-尤格尔公式，运用电池反应的热力学公式计算反应吉布斯函数、反应熵、反应焓、反应热，应用能斯特方程计算电池反应电动势，分析电极的极化，测量极化曲线。

### 二、考核知识点与考核目标

#### (一) 强电解质的活度、原电池热力学、电极的极化和超电势、分解电压 (重点)

识记：强电解质的活度和活度系数，可逆电池，浓差电池，理论分解电压概念，实际分解电压计算公式

理解：电池反应热力学公式，电极反应超电势定义，塔菲尔公式

应用：德拜-尤格尔公式，能斯特方程，分析电极的极化，测量极化曲线，运用电池反应的热力学公式计算反应吉布斯函数、反应熵、反应焓、反应热

(二) 法拉第定律、离子的电迁移和迁移数、电解质溶液的电导率、电池电动势测定的应用、离子的析出顺序和共同放电（次重点）

识记：电导率、摩尔电导率、析出电势定义

理解：离子的电迁移率、离子迁移数定义，测定电池反应热力学性质方法，测定微溶盐溶度积方法，电解质溶液的电导率与浓度的关系，电解质溶液的摩尔电导率与浓度的关系，离子独立运动定律

应用：法拉第定律，测定电解质溶液的离子平均活度系数方法，测定溶液pH值方法

(三) 原电池、电极种类和电极电势、熔盐电池、固体电解质电池（一般）

识记：原电池的表示，五种电极种类，熔盐电池定义，固体电解质电池定义，标准氢电极和标准氢电极电势

理解：液接电势的消除方法，双电层的构成，标准氢电极和标准氢电极电势，原电池的表示方法，可逆电池的条件

## 第十章 化学反应动力学

### 一、学习目的与要求

掌握化学反应速率概念，基元反应、复杂反应概念，化学反应动力学数据的获得方法，化学反应动力学数据的处理方法，活化能概念，单链反应、支链反应、催化剂概念，催化反应特点；了解对峙反应、平行反应、连串反应概念，双分子气相反应的碰撞理论，过渡状态理论，光化学反应第一、第二定律，光敏反应概念；熟练应用零级反应速率方程、一级反应速率方程、二级反应速率方程，应用阿伦尼乌斯方程计算不同温度的反应速率常数。

### 二、考核知识点与考核目标

(一) 反应级数是正整数的反应、典型复杂反应、温度对反应速率的影响、链式反应、催化反应（重点）

识记：对峙反应、平行反应、连串反应、单链反应、支链反应、催化剂概念  
理解： $n$ 级反应速率方程，活化能，催化反应特点

应用：零级反应速率方程、一级反应速率方程、二级反应速率方程、阿伦尼乌斯方程

(二) 化学反应速率方程、化学反应动力学数据的获得与处理、多相反应动力学（次重点）

识记：基元反应、复杂反应

理解：稳态扩散概念

应用：化学反应动力学数据的获得方法、化学反应动力学数据的处理方法

(三) 化学反应速率、双分子气相反应的碰撞理论、过渡状态理论、光化学反应(一般)

识记：化学反应速率概念，光化学反应第一、第二定律，光敏反应概念

理解：双分子气相反应的碰撞理论、过渡状态理论

## 第十一章 分散系统

### 一、学习目的与要求

掌握溶胶稳定 DLVO 理论，电解质的聚沉作用，影响溶胶稳定性的因素，常用的絮凝剂，电解质影响动电势的原因，电泳概念，电渗概念，沉降电势定义；了解各种分散系统的性质，溶胶制备的三种方法，提纯溶胶最常用的方法，碘化银溶胶胶团结构，氢氧化铁溶胶胶团结构，硫化砷溶胶胶团结构，平板式双电层理论，扩散双电层理论。

### 二、考核知识点与考核目标

(一) 溶胶的动电性质、溶胶的光学性质(重点)

识记：溶胶的动电电势、溶胶的沉降电势

理解：电泳与电渗，散射光强度的特点，丁达尔效应，瑞利公式

(二) 胶体的稳定与破坏、双电层理论、动电电势的测定、高分子溶液、乳状液(次重点)

识记：胶团结构，平板式双电层理论，电泳概念，电渗概念，沉降电势定义，高分子溶液的粘度，高分子化合物的结构、乳状液概念，影响溶胶稳定性的因素

理解：溶胶稳定 DLVO 理论，扩散双电层理论，乳状液，高分子溶液的黏度，牛顿黏度和结构黏度，常用的絮凝剂的作用，盐析作用

(三) 溶胶系统的分类、溶胶的制备和提纯(一般)

识记：溶胶系统的分类

理解：溶胶制备的三种方法，溶胶的提纯工艺

## 第三部分 有关说明与实施要求

### 一、考核的能力层次表述

本大纲在考核目标中，按照“识记”、“理解”、“应用”三个能力层次规定其应达到的能力层次要求。各能力层次为递进等级关系，后者必须建立在前者的基础上，其含义是：

识记：能知道有关的名词、概念、知识的含义，并能正确认识和表述，是低层次的要求。

理解：在识记的基础上，能全面把握基本概念、基本原理、基本方法，能掌

握有关概念、原理、方法的区别与联系，是较高层次的要求。

应用：在理解的基础上，能运用基本概念、基本原理、基本方法联系学过的多个知识点分析和解决有关的理论问题和实际问题，是最高层次的要求。

## 二、教材

指定教材：物理化学（第4版），王淑兰，冶金工业出版社，2013年

## 三、自学方法指导

1. 在开始阅读指定教材某一章之前，先翻阅大纲中有关这一章的考核知识点及对知识点的能力层次要求和考核目标，以便在阅读教材时做到心中有数，有的放矢。
2. 阅读教材时，要逐段细读，逐句推敲，集中精力，吃透每一个知识点，对基本概念必须深刻理解，对基本理论必须彻底弄清，对基本方法必须牢固掌握。
3. 在自学过程中，既要思考问题，也要做好阅读笔记，把教材中的基本概念、原理、方法等加以整理，这可从中加深对问题的认知、理解和记忆，以利于突出重点，并涵盖整个内容，可以不断提高自学能力。
4. 完成书后作业和适当的辅导练习是理解、消化和巩固所学知识，培养分析问题、解决问题及提高能力的重要环节，在做练习之前，应认真阅读教材，按考核目标所要求的不同层次，掌握教材内容，在练习过程中对所学知识进行合理的回顾与发挥，注重理论联系实际和具体问题具体分析，解题时应注意培养逻辑性，针对问题围绕相关知识点进行层次（步骤）分明的论述或推导，明确各层次（步骤）间的逻辑关系。

## 四、对社会助学的要求

1. 应熟知考试大纲对课程提出的总要求和各章的知识点。
2. 应掌握各知识点要求达到的能力层次，并深刻理解对各知识点的考核目标。
3. 辅导时，应以考试大纲为依据，指定的教材为基础，不要随意增删内容，以免与大纲脱节。
4. 辅导时，应对学习方法进行指导，宜提倡“认真阅读教材，刻苦钻研教材，主动争取帮助，依靠自己学通”的方法。
5. 辅导时，要注意突出重点，对考生提出的问题，不要有问即答，要积极启发引导。
6. 注意对考生能力的培养，特别是自学能力的培养，要引导考生逐步学会独立学习，在自学过程中善于提出问题，分析问题，作出判断，解决问题。
7. 要使考生了解试题的难易与能力层次高低两者不完全是一回事，在各个能力层次中会存在着不同难度的试题。
8. 助学学时：本课程共6学分，建议总课时108学时，其中助学课时分配如下：

章次	内容	学时
----	----	----

第 1 章	热力学第一定律	12
第 2 章	热力学第二定律	14
第 3 章	化学平衡	14
第 4 章	多组分系统热力学	14
第 5 章	相图	12
第 6 章	量子力学基础	0
第 7 章	统计热力学	0
第 8 章	表面现象	8
第 9 章	电化学	12
第 10 章	化学反应动力学	14
第 11 章	分散系统	8
合计		108

### 五、关于命题考试的若干规定

1. 本大纲各章所提到的内容和考核目标都是考试内容。试题覆盖到章，适当突出重点。
2. 试卷中对不同能力层次的试题比例大致是：“识记”为 30%、“理解”为 50%、“应用”为 20%。
3. 试题难易程度应合理：易、较易、较难、难比例为 2：3：3：2。
4. 每份试卷中，各类考核点所占比例约为：重点占 60%，次重点占 30%，一般占 10%。
5. 试题类型一般分为：单项选择题、填空题、简答题、计算题。
6. 考试采用闭卷笔试，考试时间 150 分钟，采用百分制评分，60 分合格。

### 六、题型示例（样题）

#### 一、单项选择题（本大题共■小题，每小题■分，共■分）

在每小题列出的四个备选项中只有一个是符合题目要求的，请将其选出并将“答题卡”上的相应字母涂黑。错涂、多涂或未涂均无分。

1. 基元反应： $H + Cl_2 \rightarrow HCl + Cl$  的反应分子数为  
 A. 单分子反应    B. 双分子反应    C. 三分子反应    D. 四分子反应

#### 二、填空题（本大题共■小题，每小题■分，共■分）

1. 双组分凝聚系统的相律公式是\_\_\_\_\_，最多相数为\_\_\_\_\_。

#### 三、简答题（本大题共■小题，每小题■分，共■分）

1. 亨利定律和拉乌尔定律有哪些区别？

#### 四、计算题（本大题共■小题，每小题■分，共■分）

1. 已知  $25^\circ\text{C}$ ，电池  $Pt, H_2(100\text{kPa})|HCl(a_{\pm} = 0.1) | Cl_2(100\text{kPa}), Pt$  的标准电动势  $E^\theta = 1.358\text{V}$ 。试回答下列问题：
  - (1) 写出电极反应和电池反应；
  - (2) 计算  $25^\circ\text{C}$  时电池电动势  $E$ 。