



TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHIỆP HÀ NỘI

GIÁO TRÌNH  
**VẬT LIỆU HỌC**



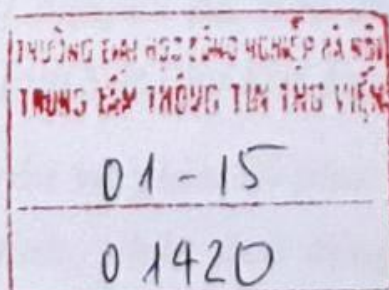
NHÀ XUẤT BẢN THỐNG KÊ



TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHIỆP HÀ NỘI

Đỗ Ngọc Tú (Chủ biên)  
Nguyễn Anh Tú - Nguyễn Văn Thành

# GIÁO TRÌNH VẬT LIỆU HỌC



NHÀ XUẤT BẢN THỐNG KÊ - 2020

## LỜI NÓI ĐẦU

Trong sản xuất, nguyên vật liệu là đầu vào của quá trình công nghệ, qua gia công và xử lý, hình dạng và tính chất của chúng được thay đổi để tạo nên những vật phẩm có ích cho con người.

Ngày nay, do yêu cầu sử dụng, vật liệu dùng trong các ngành kỹ thuật đòi hỏi sự đa dạng về tính năng và phạm vi sử dụng.

Để giúp cho người học có cách nhìn tổng quát về các đối tượng vật liệu, từ đó có thể lựa chọn được loại vật liệu phù hợp cho quá trình thiết kế chế tạo, Tập thể cán bộ giảng viên Khoa Cơ khí, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội biên soạn cuốn giáo trình "**Vật liệu học**" nhằm phục vụ cho mục tiêu đào tạo các ngành rộng của Trường. Nội dung giáo trình gồm bảy chương:

Chương 1. Sự liên kết và sắp xếp nguyên tử trong vật liệu: Khảo sát cấu tạo và các dạng liên kết nguyên tử; đặc điểm cấu trúc và quy luật sắp xếp nguyên tử trong các loại vật liệu kim loại, ceramic và polyme.

Chương 2. Dung dịch rắn và giản đồ pha: Khảo sát các dạng giản đồ pha hệ hai cấu tử điển hình; phân tích động học và nhiệt động học hình thành pha khi nung nóng hoặc làm nguội kim loại và hợp kim; đánh giá đặc điểm cấu trúc và tính chất các pha hình thành phụ thuộc vào thành phần và nhiệt độ trong các giản đồ pha.

Chương 3. Biến dạng, cơ tính và nhiệt luyện: Những biến đổi cơ - lý của kim loại khi biến dạng dẻo; đặc trưng biến đổi cấu trúc và tính chất khi nhiệt luyện vật liệu kim loại.

Chương 4. Vật liệu kim loại: Khảo sát tính chất và khả năng ứng dụng của các nhóm vật liệu kim loại; cách phân tích và lựa chọn mác vật liệu phù hợp với quá trình gia công chế tạo và sử dụng vật liệu.

*Chương 5. Vật liệu polyme: Giới thiệu phương pháp tổng hợp, đặc điểm tính chất của các loại vật liệu như chất dẻo, cao su, sơn, keo, ...*

*Chương 6. Vật liệu ceramic: Khảo sát đặc điểm cấu trúc và tính chất của các nhóm vật liệu gốm kỹ thuật, vật liệu chịu lửa, thủy tinh và bê tông, ...*

*Chương 7. Vật liệu composit: Trình bày khái niệm, đặc điểm tương tác giữa nền và cốt trong các loại vật liệu composit; khảo sát các loại composit cốt sợi, cốt hạt và composit cấu trúc.*

*Trong quá trình biên soạn, tập thể tác giả cố gắng vận dụng những hiểu biết và kinh nghiệm thực tiễn trong quá trình giảng dạy, gia công chế tạo và sử dụng vật liệu, kết hợp tham khảo nhiều cuốn giáo trình về vật liệu học ở các trường đại học trong và ngoài nước trong những năm gần đây.*

*Tập thể tác giả xin chân thành cảm ơn Ban Giám hiệu Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội, Khoa Cơ khí cũng như các đồng nghiệp đã hỗ trợ nhiều mặt để xuất bản cuốn sách này.*

*Nhằm ngày càng hoàn thiện chương trình giảng dạy cũng như nội dung cụ thể của học phần, chúng tôi mong nhận được nhiều ý kiến đóng góp của độc giả, xin gửi theo địa chỉ: Khoa Cơ khí, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội.*

**TẬP THỂ TÁC GIẢ**

# MỤC LỤC

|  |           |
|--|-----------|
| Lời nói đầu  | 3         |
| <b>Chương 1. SỰ LIÊN KẾT VÀ SẮP XẾP NGUYÊN TỬ (ION)<br/>TRONG VẬT LIỆU</b>     | <b>11</b> |
| <b>1.1. Cấu tạo và sự liên kết nguyên tử</b>                                   | <b>11</b> |
| 1.1.1. Cấu tạo nguyên tử   | 11        |
| 1.1.2. Các dạng liên kết nguyên tử chính                                       | 14        |
| 1.1.3. Trật tự sắp xếp nguyên tử (phân tử hoặc ion)<br>trong các dạng vật chất | 17        |
| <b>1.2. Cấu trúc của kim loại và ceramic</b>                                   | <b>20</b> |
| 1.2.1. Ô cơ sở và hệ tinh thể  | 20        |
| 1.2.2. Phương và mặt tinh thể  | 24        |
| 1.2.3. Cấu trúc tinh thể điển hình của kim loại                                | 34        |
| 1.2.4. Cấu trúc của ceramic  | 39        |
| 1.2.5. Cacbon và một số dạng thù hình của cacbon                               | 45        |
| <b>1.3. Cấu trúc của polyme</b>  | <b>48</b> |
| <b>1.4. Vật rắn tinh thể</b>   | <b>50</b> |
| 1.4.1. Đơn tinh thể  | 50        |
| 1.4.2. Đa tinh thể   | 51        |
| <b>1.5. Sai lệch mạng tinh thể</b>   | <b>53</b> |
| 1.5.1. Sai lệch điểm   | 53        |
| 1.5.2. Sai lệch đường (Lệch)   | 54        |
| 1.5.3. Sai lệch mặt  | 56        |
| 1.5.4. Sai lệch khối   | 62        |
| <b>CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG 1</b>   | <b>62</b> |

|   |            |
|---|------------|
| <b>Chương 2. DUNG DỊCH RẮN VÀ GIẢN ĐỒ PHA</b>           | <b>65</b>  |
| <b>2.1. Các khái niệm cơ bản</b>                        | <b>65</b>  |
| <b>2.2. Dung dịch rắn</b>                               | <b>67</b>  |
| 2.2.1. Khái niệm về dung dịch rắn                       | 67         |
| 2.2.2. Các loại dung dịch rắn                           | 67         |
| 2.2.3. Đặc tính của dung dịch rắn                       | 69         |
| <b>2.3. Giản đồ pha (giản đồ trạng thái)</b>            | <b>69</b>  |
| 2.3.1. Khái niệm và công dụng                           | 69         |
| 2.3.2. Các dạng giản đồ pha                             | 72         |
| 2.3.3. Hệ hợp kim sắt - cacbon                          | 79         |
| <b>CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG 2</b>                          | <b>90</b>  |
| <br>  |            |
| <b>Chương 3. BIẾN DẠNG, CƠ TÍNH VÀ NHIỆT LUYỆN</b>      | <b>93</b>  |
| <b>3.1. Cơ tính</b>                                     | <b>93</b>  |
| 3.1.1. Độ bền   | 93         |
| 3.1.2. Độ cứng  | 95         |
| 3.1.3. Độ dẻo   | 97         |
| 3.1.4. Độ dai va đập                                    | 98         |
| <b>3.2. Biến dạng và cơ tính</b>                        | <b>100</b> |
| 3.2.1. Các giai đoạn biến dạng                          | 100        |
| 3.2.2. Biến dạng đàn hồi                                | 103        |
| 3.2.3. Biến dạng dẻo                                    | 105        |
| 3.2.4. Phương pháp nâng cao cơ tính tổng hợp            | 115        |
| <b>3.3. Nhiệt luyện thép</b>                            | <b>122</b> |
| 3.3.1. Khái niệm về nhiệt luyện                         | 122        |
| 3.3.2. Các thông số đặc trưng cho quá trình nhiệt luyện | 123        |
| 3.3.3. Các dạng nhiệt luyện vật liệu kim loại           | 124        |
| <b>CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG 3</b>                          | <b>136</b> |

|  |            |
|--|------------|
| <b>Chương 4. VẬT LIỆU KIM LOẠI</b>                                   | <b>139</b> |
| <b>4.1. Thép cacbon</b>  | <b>139</b> |
| 4.1.1. Khái niệm và thành phần hoá học                               | 139        |
| 4.1.2. Đặc điểm của thép cacbon                                      | 140        |
| 4.1.3. Phân loại thép cacbon   | 141        |
| 4.1.4. Ký hiệu thép cacbon   | 144        |
| 4.1.5. Ảnh hưởng của các nguyên tố đến tổ chức và tính chất của thép | 145        |
| <b>4.2. Thép hợp kim</b>   | <b>149</b> |
| 4.2.1. Khái niệm và thành phần hóa học                               | 149        |
| 4.2.2. Đặc điểm của thép hợp kim                                     | 149        |
| 4.2.3. Phân loại thép hợp kim  | 150        |
| 4.2.4. Ký hiệu thép hợp kim  | 153        |
| 4.2.5. Tác dụng của nguyên tố hợp kim                                | 157        |
| 4.2.6. Ảnh hưởng của nguyên tố hợp kim đến quá trình nhiệt luyện     | 164        |
| 4.2.7. Các dạng khuyết tật của thép hợp kim                          | 169        |
| <b>4.3. Phân tích và sử dụng thép trong kỹ thuật</b>                 | <b>171</b> |
| 4.3.1. Thép thông dụng   | 171        |
| 4.3.2. Thép kết cấu  | 179        |
| 4.3.3. Thép dụng cụ  | 191        |
| 4.3.4. Thép và hợp kim đặc biệt                                      | 203        |
| <b>4.4. Gang</b>   | <b>212</b> |
| 4.4.1. Đặc điểm chung của gang                                       | 212        |
| 4.4.2. Gang xám  | 213        |
| 4.4.3. Gang cầu  | 215        |
| 4.4.4. Gang trắng  | 218        |
| 4.4.5. Gang dẻo  | 219        |

|   |            |
|---|------------|
| <b>4.5. Nhôm và hợp kim nhôm</b>            | <b>221</b> |
| 4.5.1. Những đặc tính chủ yếu của nhôm      | 221        |
| 4.5.2. Phân loại và ký hiệu                 | 222        |
| 4.5.3. Nhôm sạch kỹ thuật                   | 225        |
| 4.5.4. Hợp kim nhôm biến dạng               | 225        |
| 4.5.5. Hợp kim nhôm đúc                     | 232        |
| <b>4.6. Đồng và hợp kim đồng</b>            | <b>234</b> |
| 4.6.1. Phân loại và ký hiệu hợp kim đồng    | 234        |
| 4.6.2. Đồng nguyên chất                     | 236        |
| 4.6.3. Latông (đồng thau)                   | 237        |
| 4.6.4. Brông (đồng thanh)                   | 240        |
| <b>4.7. Magiê và hợp kim magiê</b>          | <b>246</b> |
| 4.7.1. Đặc điểm của magiê và hợp kim magiê  | 246        |
| 4.7.2. Ứng dụng của magiê và hợp kim magiê  | 247        |
| <b>4.8. Titan và hợp kim titan</b>          | <b>248</b> |
| 4.8.1. Titan kỹ thuật                       | 249        |
| 4.8.2. Hợp kim titan                        | 250        |
| 4.8.3. Ứng dụng của titan và hợp kim titan  | 251        |
| <b>CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG 4</b>              | <b>253</b> |
| <br>  |            |
| <b>Chương 5. VẬT LIỆU POLYME</b>            | <b>255</b> |
| <b>5.1. Khái niệm</b>                       | <b>255</b> |
| <b>5.2. Phân loại</b>                       | <b>256</b> |
| 5.2.1. Theo nguồn gốc hình thành            | 256        |
| 5.2.2. Theo cấu trúc                        | 256        |
| 5.2.3. Theo tính chịu nhiệt                 | 257        |
| 5.2.4. Theo lĩnh vực ứng dụng               | 258        |
| <b>5.3. Các phương pháp tổng hợp polyme</b> | <b>258</b> |
| 5.3.1. Phương pháp trùng hợp                | 258        |
| 5.3.2. Trùng ngưng                          | 259        |



|  |            |
|--|------------|
| <b>5.4. Ứng dụng và gia công polyme</b>        | <b>259</b> |
| 5.4.1. Nguyên liệu ban đầu cho vật liệu polyme | 259        |
| 5.4.2. Các chất phụ gia                        | 260        |
| 5.4.3. Các chất tăng cường                     | 261        |
| 5.4.4. Các loại polyme chính                   | 262        |
| <b>CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG 5</b>                 | <b>268</b> |

## **Chương 6. VẬT LIỆU CERAMIC** **269**

|   |            |
|---|------------|
| <b>6.1. Khái niệm</b>   | <b>269</b> |
| <b>6.2. Đặc điểm cấu trúc và tính chất của vật liệu ceramic</b> | <b>269</b> |
| 6.2.1. Liên kết nguyên tử trong vật liệu ceramic                | 269        |
| 6.2.2. Tính chất của vật liệu ceramic                           | 271        |
| <b>6.3. Các loại vật liệu ceramic thông dụng</b>                | <b>275</b> |
| 6.3.1. Gốm  | 275        |
| 6.3.2. Vật liệu chịu lửa  | 277        |
| 6.3.3. Thủy tinh và gốm thủy tinh                               | 279        |
| 6.3.4. Xi măng và bê tông                                       | 282        |
| <b>CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG 6</b>                                  | <b>284</b> |

## **Chương 7. VẬT LIỆU COMPOZIT (VẬT LIỆU KẾT HỢP)** **285**

|   |            |
|---|------------|
| <b>7.1. Khái niệm về vật liệu composit</b>          | <b>285</b> |
| 7.1.1. Khái niệm                                    | 285        |
| 7.1.2. Đặc điểm và phân loại                        | 285        |
| 7.1.3. Cốt  | 287        |
| 7.1.4. Nền  | 288        |
| 7.1.5. Tương tác giữa nền và cốt                    | 288        |
| <b>7.2. Composit hạt</b>                            | <b>291</b> |
| 7.2.1. Composit hạt thô                             | 291        |
| 7.2.2. Composit hóa bền phân tán (composit hạt mịn) | 294        |

|   |            |
|---|------------|
| <b>7.3. Compozit cốt sợi</b>                      | <b>296</b> |
| 7.3.1. Các dạng cốt sợi và vật liệu chế tạo chúng | 296        |
| 7.3.2. Một số compozit cốt sợi thông dụng         | 299        |
| <b>7.4. Compozit cấu trúc</b>                     | <b>302</b> |
| 7.4.1. Compozit cấu trúc dạng lớp                 | 303        |
| 7.4.2. Compozit cấu trúc dạng tấm ba lớp          | 304        |
| <b>CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG 7</b>                    | <b>305</b> |
| <b>TÀI LIỆU THAM KHẢO</b>                         | <b>307</b> |