

Programma del corso di  
**Principi di Fisica Atomica e Nucleare**  
per il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Energetica

prof. Stefano Atzeni, A.A. 2012-2013

Testi di riferimento:

- Dispensa di S. Atzeni: “Appunti di Fisica Atomica” (SA nel seguito)
- Dispensa di F. V. Frazzoli: “Fisica Atomica e Nucleare” (FVF)
- Appunto di S. Atzeni: “Elementary s-wave scattering theory” (SA-st)
- C. Mencuccini e V. Silvestrini, Fisica I (MS-I)
- C. Mencuccini e V. Silvestrini, Fisica II (MS-II)

Per approfondimenti:

- J.K. Shultis and R. E. Faw, *Fundamentals of Nuclear Science and Engineering*, 2nd ed., CRC Press, Boca Raton (2008)
- K. S. Krane, *Introductory Nuclear Physics*, John Wiley & Sons (1988)

<p><b>Elementi di teoria cinetica dei gas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interpretazione microscopica di pressione e temperatura</li> <li>• Principio di equipartizione dell'energia</li> <li>• Funzione di distribuzione delle velocità di Maxwell</li> <li>• Fattore di Boltzmann</li> <li>• Esempi di applicazione: cinetica chimica, polarizzazione per orientamento</li> </ul>	MS-I, par. XVII.1 – 3
<p><b>Cenni sulla crisi della fisica classica</b></p>	SA, pp. 5 – 6
<p><b>Elementi di teoria della relatività speciale</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Critica del concetto di simultaneità</li> <li>• Postulati</li> <li>• Dilatazione del tempo e contrazione delle lunghezze</li> <li>• Trasformazioni di Lorentz</li> <li>• Quantità di moto, massa, energia</li> </ul>	MS-I, cap. XI SA, pp. 7 – 22
<p><b>Natura corpuscolare della materia e “old quantum theory”</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Corpo nero e quantizzazione</li> <li>• Effetto fotoelettrico e fotone</li> <li>• Effetto Compton</li> <li>• Modello di Bohr dell'atomo</li> </ul>	FVF, Cap.1, pp.13 – 25 MS-II, par. XII.1 – 2
<p><b>Onde materiali (onde di De Broglie)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Onda associata di De Broglie</li> <li>• Complementarità</li> <li>• Pacchetti d'onde</li> <li>• Principio di indeterminazione</li> </ul>	SA, pp. 26 – 34 FVF, Cap. 2, pp. 26 - 35
<p><b>Elementi di meccanica quantistica</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Postulati interpretativi ed equazione di Schroedinger</li> <li>• Problemi monodimensionali <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Buca di potenziale infinita</li> <li>○ Buca di potenziale finita</li> <li>○ Gradino e barriera di potenziale (effetto tunnel)</li> </ul> </li> <li>• Fisica elementare dell'atomo <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Atomo di idrogeno, momento angolare, livelli energetici, numeri quantici</li> <li>○ Cenni a spin, principio di esclusione, indistinguibilità</li> </ul> </li> </ul>	SA, pp. 35 – 88

<p><b>Interazione delle particelle cariche e della radiazione gamma con la materia</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interazione delle particelle cariche con la materia <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Diffusione nel campo colombiano</li> <li>○ Perdita di energia per ionizzazione (formula di Bethe-Bloch)</li> <li>○ Potere frenante (stopping power), range e traiettoria</li> <li>○ Perdita di energia per irraggiamento</li> <li>○ Effetto Cerenkov (cenni)</li> </ul> </li> <li>• Interazione della radiazione gamma con la materia <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Effetto fotoelettrico</li> <li>○ Effetto Compton</li> <li>○ Creazione di coppie</li> </ul> </li> </ul>	FVF, Cap. 2
<p><b>Proprietà fondamentali e struttura dei nuclei</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Massa, dimensioni, carica, momento angolare intrinseco</li> <li>• Difetto di massa, energia di legame, energia di separazione</li> <li>• Sistematica dei nuclei stabili</li> <li>• Modello a goccia e formula semiempirica delle masse</li> <li>• Cenni sul modello a strati</li> <li>• Larghezza dei livelli eccitati e formula di Breit e Wigner (dim. facoltativa)</li> </ul>	FVF, Cap. 3
<p><b>Radioattività</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Legge del decadimento radioattivo, attività, vita media</li> <li>• Catene di decadimento; equilibrio secolare</li> <li>• Statistica del decadimento radioattivo</li> <li>• Decadimento alfa e sua interpretazione semiclassica (eff. Tunnel, Gamow)</li> <li>• Decadimenti beta</li> <li>• Decadimento gamma; interpretazione semiclassica dell'emissione da dipolo elettrico; regole di selezione</li> </ul>	FVF, Cap. 4
<p><b>Reazioni nucleari</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bilancio energetico; energia di soglia per reazioni endoenergetiche</li> <li>• Concetto di sezione d'urto differenziale, microscopica e macroscopica</li> <li>• Sviluppo della sezione d'urto in onde parziali</li> <li>• Teoria elementare delle sezioni d'urto in "onda s" <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Diffusione da potenziale</li> <li>○ Sezione d'urto di Breit e Wigner</li> <li>○ Legge "1/v"</li> </ul> </li> </ul>	FVF, Cap. 5  SA-st
<p><b>Reazioni nucleari indotte dai neutroni</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reazioni con formazione di nucleo composto: meccanismo e discussione qualitativa delle sezioni d'urto</li> <li>• Effetto Doppler</li> <li>• Fissione: discussione qualitativa, isotopi fissili, fissionabili, fertili</li> <li>• Prodotti delle reazioni di fissione</li> <li>• Neutroni pronti e ritardati</li> </ul>	FVF, Cap. 6, pp. 1 – 25 FVF, Cap. 7, pp. 1 – 14
<p><b>Rallentamento ("moderazione") dei neutroni</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderazione causata da diffusione elastica: perdita di energia, distribuzione di probabilità, letargia e suo incremento medio</li> <li>• Effetti di temperatura finita del moderatore</li> <li>• Caratteristiche dei moderatori</li> </ul>	FVF, Cap. 6, pp. 25 – 32
<p><b>Principi fisici dei reattori a fissione</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reattori termici e reattori veloci</li> <li>• Formula dei quattro fattori</li> <li>• Cenni di dinamica e ruolo dei neutroni ritardati</li> <li>• Fertilizzazione e coefficiente di conversione</li> </ul>	FVF, Cap. 7, pp. 15 – 24
<p><b>Cenni sulla fusione nucleare</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reazioni di fusione nucleare</li> <li>• Bilancio energetico di un plasma: temperatura ideale di ignizione; criterio di Lawson</li> <li>• Confinamento magnetico e inerziale</li> </ul>	FVF, Cap. 8

