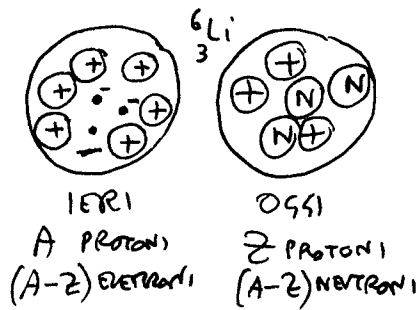


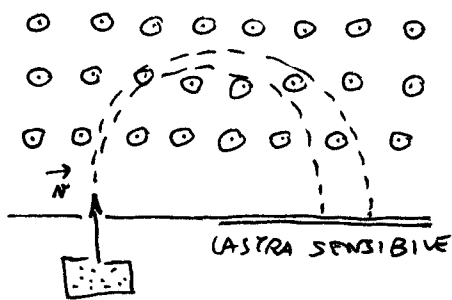
ISOTOPPI E SPETTROMETRO DI MASSA

SI DICONO ISOTOPPI (DA GRECO "STESSA POSIZIONE" NELLA TABELLA PERIODICA) LE SOSTANZE CHE HANNO UGUALE NUMERO ATOMICO MA DIVERSO NUMERO DI MASSA (CIOÈ I LORO ATOMI HANNO UGUALE CARICA MA DIVERSO PESO). PER ESEMPIO DEL L'IDROGENO SONO NOTI TRE ISOTOPPI: IL PROTIO (${}^1_1\text{H}$), IL DEUTERIO (${}^2_1\text{D}$) E IL TRIZIO (${}^3_1\text{T}$), DI CUI QUEST'ULTIMO È RADIOATTIVO. GLI ISOTOPPI VENNERO IDENTIFICATI PER LA PRIMA VOLTA DA FREDERICK SODDY (1877-1956).



UN TEMPO PER SPIEGARE IL FENOMENO DELL'ISOTOPIA SI RITENEVA CHE IL NUCLEO FOSSE COMPOSTO DA A PROTONI E $(A-Z)$ ELETTRONI. INFATTI MARIE CURIE AVEVA IDENTIFICATO IL DECADIMENTO β , NEL QUALE I NUCLEI EMETTONO ELETTRONI; L'ELETTRONE HA MASSA TRASCURABILE RISPETTO AL PROTONE, PER CUI IL NUCLEO HA MASSA A E CARICA POSITIVA $A - (A - Z) = Z$. INVECE, DOPO LA SCOPERTA DEL NEUTRONE EFFETTUATA NEL 1932 DA JAMES CHADWICK, SAPPIAMO CHE IL NUCLEO È FORMATO DA Z PROTONI E $(A-Z)$ NEUTRONI, COSICCHÈ LA CARICA NUCLEARE È $+Z$ E LA MASSA È $Z + (A - Z) = A$. PER ESEMPIO IL ${}^{14}_6\text{C}$ HA 6 PROTONI E $14 - 6 = 8$ NEUTRONI (PRIMA SI PENSAVA AVESSE 14 PROTONI E 8 ELETTRONI).

LA SEPARAZIONE DEGLI ISOTOPPI AVVIENE TRAMITE UNO STRUMENTO CHIAMATO SPETTROMETRO DI MASSA. IN PRATICA UN CAMPIONE È FATTO UBBERE IN UN FORNO E VAPORIZZATO. GLI ATOMI IONIZZATI VENGONO QUINDI INVIATI CON VELOCITÀ NOTA DENTRO UN CAMPO MAGNETICO PERPENDICOLARE ALLA VELOCITÀ, ED AVVERTONO UNA FORZA DI LORENTZ CHE LE DEVIA, INVIETENDOLI IN UNA TRAIETTORIA CIRCOLARE. GLI IONI VANNO QUINDI A CADERE SU UNA LASTRA SENSIBILE, E SI OSSERVA CHE NON LASCIANO UNA TRACCELA, MA PIÙ DI UNA. QUESTO AVVIENE PERCHÈ IL RAGGIO DI CURVATURA DIPENDE DALLA MASSA:



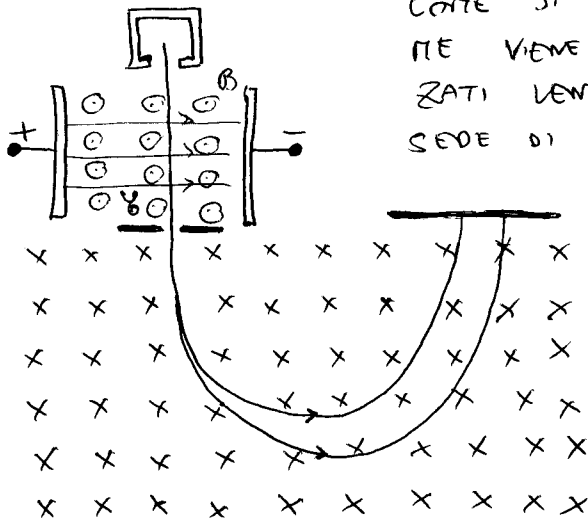
$$r_L = \frac{mv}{qB}$$

A PARITÀ DI CARICA E DI VELOCITÀ, I DIVERSI RAGGI CORRISPONDONO OUNQUE A DIVERSE MASSE ATOMICHE. IN TAL MODO È POSSIBILE CALCOLARE PER ES. LA PERCENTUALE ISOTOPICA, CIOÈ LA QUANTITÀ DI ISOTOPPI NELLA MISCELA NATURALE DI UN ELEMENTO.

LO SPETTROMETRO DI MASSA TROVA APPLICAZIONE PRATICA NELLA RADIODATAZIONE. INFATTI IL CARBONIO (${}^{12}_6\text{C}$) SI TROVA SEMPRE ASSOCIATO AD UN SUO ISOTOPO RADIOATTIVO (${}^{14}_6\text{C}$), LA CUI QUANTITÀ DIMINUISCE OGNI 5.730 ANNI. FINCHÈ UN ORGANISMO È IN VITA, ASSORBE CARBONIO E LO CONTIENE NELLA SUA MISCELA NATURALE. DOPO LA SUA MORTE, IL ${}^{14}_6\text{C}$ NON È PIÙ RIFORMATO E DECADDE. MISURANDO IL RAPPORTO PERCENTUALE TRA ${}^{12}_6\text{C}$ E ${}^{14}_6\text{C}$ CON UNO SPETTROMETRO DI MASSA È POSSIBILE RISALIRE ALL'ETÀ DEL CAMPIONE CON BUONA APPROSSIMAZIONE (MA SOLO FINO A CIRCA 100.000 ANNI DI ETÀ).

SPETTROGRAFO DI MASSA

SI CHIAMA SPETTROGRAFO DI MASSA UNO STRUMENTO IN GRADO DI SEPARARE TRA LORO GLI ISOTOPI DI UN ELEMENTO. SI DICONO ISOTOPI ("UGUAL POSTO", SOTTINTESO NELLA TAVOLA DI MENDELEEV) QUEGLI ELEMENTI CHE HANNO LO STESSO NUMERO ATOMICO, MA DIVERSO NUMERO DI MASSA; CIOÈ I LORO NUCLEI HANNO LO STESSO NUMERO DI PROTONI, MA DIVERSO NUMERO DI NEUTRONI.



COME SI VEDE NELLA FIGURA ACCANTO, IL MATERIALE IN ESAME VIENE SCALDATO IN UN FORNO E GLI ATOMI VAPORIZZATI VENGONO AD ATTRAVERSARE UNA REGIONE DI SPAZIO SEDE DI UN CAMPO ELETTRICO ORIZZONTALE, DIRETTO DA SINISTRA A DESTRA, E DI UN CAMPO MAGNETICO AD ESSO PERPENDICOLARE, USCENTE DAL FOGLIO. IN TALI CONDIZIONI, LA FORZA ELETTRICA SUGLI ATOMI IONIZZATI DAL CAMPO ELETTRICO HA LA STESSA DIREZIONE E LO STESSO VERSO DEL CAMPO ELETTRICO, MENTRE LA FORZA ESERCITATA DAL CAMPO MAGNETICO HA LA STESSA DIREZIONE E VERSO OPPOSTO. SIANO \mathcal{E} E B I MODULI DEI DUE CAMPI.

LE INTENSITÀ DELLE FORZE DA ESSI ESERCITATE SULLE CARICHE SONO RISPETTIVAMENTE $q\mathcal{E}$ E qvB . QUALE VELOCITÀ DEVONO AVERE GLI IONI PER NON SUBIRE ALCUNA DEFLESSIONE? NATURALMENTE SI RICAVA DA $q\mathcal{E} = qvB$. NE CONSEGUENTE TALI PARTICELLE DEVONO AVERE VELOCITÀ $v = \frac{\mathcal{E}}{B}$.

SENZA ALCUNA DEFLESSIONE, GLI IONI VAPORIZZATI ATTRAVERSANO TRANQUILLAMENTE IL CONTATORE - SI OTTIENE COSÌ UN FASCIO DI IONI AVEVA TUTTA LA STESSA VELOCITÀ $v = \frac{\mathcal{E}}{B}$, E QVINDI NOTA. ALL'USCITA DA QUESTO, CHE È UN VORO E PROPRIO SEPARATORE DI VELOCITÀ, GLI IONI ENTRANO IN UN ULTERIORE CAMPO MAGNETICO, STAVOLA PERPENDICOLARE AL FOGLIO ED ENTRANCE IN ESSO. SENZONO COSÌ UNA FORZA DI LORENTZ PERPENDICOLARE ALLA VELOCITÀ, CHE LI FA MUOVERE SU DI UNA TRAIETTORIA CIRCOLARE. SE B' È IL CAMPO MAGNETICO INCONTROTO IN QUESTA REGIONE DI SPAZIO, LA FORZA DI LORENTZ È PARI ALLA FORZA CENTRIFUGA:

$$qvB' = \frac{mv^2}{R} \quad \text{DA CUI:} \quad m = \frac{qB'R}{v}$$

DOVE $v = \frac{\mathcal{E}}{B}$ È LA VELOCITÀ SOPRA TROVATA, USUALE PER TUTTI GLI IONI. SE TUTTI GLI IONI HANNO LA STESSA CARICA, SE NE DEDUCE CHE LE LORO MASSE SONO PROPORZIONALI AI RAZZI DELLE ORBITE. MAZZIORE È LA MASSA DEGLI IONI, PIÙ AMPIO È L'ARCO CHE ESSI PERCORRONO, E PUNTAVE SULLO SCHERMO SI FORMERANNO PIÙ TRACCE SEPARATE, CIASCUNA PER OGNI GRUPPO DI ISOTOPI; CIOÈ CONSENTE DI CALCOLARE ANCHE LA PERCENTUALE ISOTOPICA NELLA MISCELA NATURALE.

LO SPETTROGRAFO DI MASSA PVO ESSERE USATO PER RADIOAZIONI. INVECE, MI = SURVANDO AD ES. LA PERCENTUALE DI CARBONIO 14 (RADIOATTIVO) CONTENUTO IN UN FOSSILE, E TENENDO CONTO DEL SUO TASSO DI DECADIMENTO, È POSSIBILE DETERMINARE L'ETÀ DEL CAMPIONE STESSO.