

Cursus Vacuümtechniek

The background image shows a laboratory setting. On the left, a computer monitor displays a chromatogram with a y-axis labeled 'Total' and a scale from 0 to 2.8e+07. The x-axis is labeled 'Acetic Mass Units' and has a scale from 10 to 30. The chromatogram shows several peaks, with the most prominent one at approximately 15 units. In the center, there is a large, cylindrical vacuum chamber with various ports and a handle. To the right, there is a piece of equipment with a large 'S' logo on its side. The overall scene is dimly lit, with a blue and purple color palette.

Gasanalyse 1 Systemen

Periodiek systeem

<i>solid</i>		<i>liquid</i>		THE PERIODIC TABLE												<i>gas</i>		<i>synth</i>
18 Argon		Rayleigh & Ramsay 1894												Discoverer				
<u>1</u> <u>H</u>	39.948 AtomicWeight		-189.3 -186 Melt		Boil (C)								<u>2</u> <u>He</u>					
<u>3</u> <u>Li</u>	<u>4</u> <u>Be</u>	2.8.8 Shell		8 Isotopes		<u>5</u> <u>B</u>	<u>6</u> <u>C</u>	<u>7</u> <u>N</u>	<u>8</u> <u>O</u>	<u>9</u> <u>F</u>	<u>10</u> <u>Ne</u>							
<u>11</u> <u>Na</u>	<u>12</u> <u>Mg</u>	3p6 Orbital		1.7837 SpecificGravity		<u>13</u> <u>Al</u>	<u>14</u> <u>Si</u>	<u>15</u> <u>P</u>	<u>16</u> <u>S</u>	<u>17</u> <u>Cl</u>	<u>18</u> <u>Ar</u>							
<u>19</u> <u>K</u>	<u>20</u> <u>Ca</u>	<u>21</u> <u>Sc</u>	<u>22</u> <u>Ti</u>	<u>23</u> <u>V</u>	<u>24</u> <u>Cr</u>	<u>25</u> <u>Mn</u>	<u>26</u> <u>Fe</u>	<u>27</u> <u>Co</u>	<u>28</u> <u>Ni</u>	<u>29</u> <u>Cu</u>	<u>30</u> <u>Zn</u>	<u>31</u> <u>Ga</u>	<u>32</u> <u>Ge</u>	<u>33</u> <u>As</u>	<u>34</u> <u>Se</u>	<u>35</u> <u>Br</u>	<u>36</u> <u>Kr</u>	
<u>37</u> <u>Rb</u>	<u>38</u> <u>Sr</u>	<u>39</u> <u>Y</u>	<u>40</u> <u>Zr</u>	<u>41</u> <u>Nb</u>	<u>42</u> <u>Mo</u>	<u>43</u> <u>Tc</u>	<u>44</u> <u>Ru</u>	<u>45</u> <u>Rh</u>	<u>46</u> <u>Pd</u>	<u>47</u> <u>Ag</u>	<u>48</u> <u>Cd</u>	<u>49</u> <u>In</u>	<u>50</u> <u>Sn</u>	<u>51</u> <u>Sb</u>	<u>52</u> <u>Te</u>	<u>53</u> <u>I</u>	<u>54</u> <u>Xe</u>	
<u>55</u> <u>Cs</u>	<u>56</u> <u>Ba</u>	<u>57</u> <u>La</u>	<u>72</u> <u>Hf</u>	<u>73</u> <u>Ta</u>	<u>74</u> <u>W</u>	<u>75</u> <u>Re</u>	<u>76</u> <u>Os</u>	<u>77</u> <u>Ir</u>	<u>78</u> <u>Pt</u>	<u>79</u> <u>Au</u>	<u>80</u> <u>Hg</u>	<u>81</u> <u>Tl</u>	<u>82</u> <u>Pb</u>	<u>83</u> <u>Bi</u>	<u>84</u> <u>Po</u>	<u>85</u> <u>At</u>	<u>86</u> <u>Rn</u>	
<u>87</u> <u>Fr</u>	<u>88</u> <u>Ra</u>	<u>89</u> <u>Ac</u>	<u>104</u> <u>Rh</u>	<u>105</u> <u>Db</u>	<u>106</u> <u>Sg</u>	<u>107</u> <u>Bh</u>	<u>108</u> <u>Hs</u>	<u>109</u> <u>Mt</u>	<u>110</u> <u>Uun</u>	<u>111</u> <u>Uuu</u>	<u>112</u> <u>Uub</u>	<u>113</u> <u>Uut</u>	<u>114</u> <u>Uuq</u>					
lanthanons		<u>58</u> <u>Ce</u>	<u>59</u> <u>Pr</u>	<u>60</u> <u>Nd</u>	<u>61</u> <u>Pm</u>	<u>62</u> <u>Sm</u>	<u>63</u> <u>Eu</u>	<u>64</u> <u>Gd</u>	<u>65</u> <u>Tb</u>	<u>66</u> <u>Dy</u>	<u>67</u> <u>Ho</u>	<u>68</u> <u>Er</u>	<u>69</u> <u>Tm</u>	<u>70</u> <u>Yb</u>	<u>71</u> <u>Lu</u>			
actinons		<u>90</u> <u>Th</u>	<u>91</u> <u>Pa</u>	<u>92</u> <u>U</u>	<u>93</u> <u>Np</u>	<u>94</u> <u>Pu</u>	<u>95</u> <u>Am</u>	<u>96</u> <u>Cm</u>	<u>97</u> <u>Bk</u>	<u>98</u> <u>Cf</u>	<u>99</u> <u>Es</u>	<u>100</u> <u>Fm</u>	<u>101</u> <u>Md</u>	<u>102</u> <u>No</u>	<u>103</u> <u>Lr</u>			

Restgasanalyse

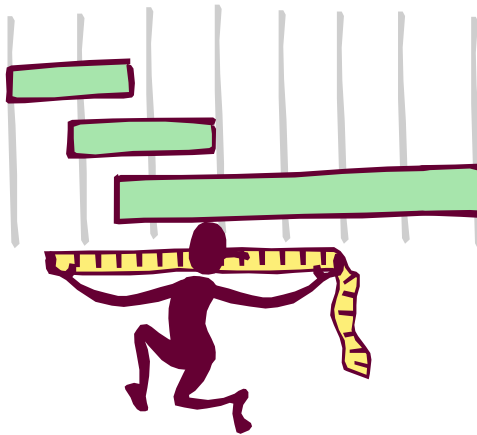
- Partiële druk of dichtheid van een gas
 - met **ionisatiemanometer** waarbij de geproduceerde ionen niet tegelijk op collector komen maar na elkaar, gefilterd naar massa
- **Twee versies** afhankelijk van de methode van scheiding
 - scheiding d.m.v. **magnetisch veld**
 - scheiding d.m.v. **hoogfrequent + elektrostatisch elektrisch veld**
- Gemeenschappelijk is de methode van **ioniseren**, dezelfde als bij de ionisatiemanometer, dus alleen toepasbaar bij drukken beneden 10^{-1} Pa.

Opbouw restgasanalysator (RGA)



ionenbron

**Opbrengst
Energiespreiding
Hoekspreiding**



analysedeel

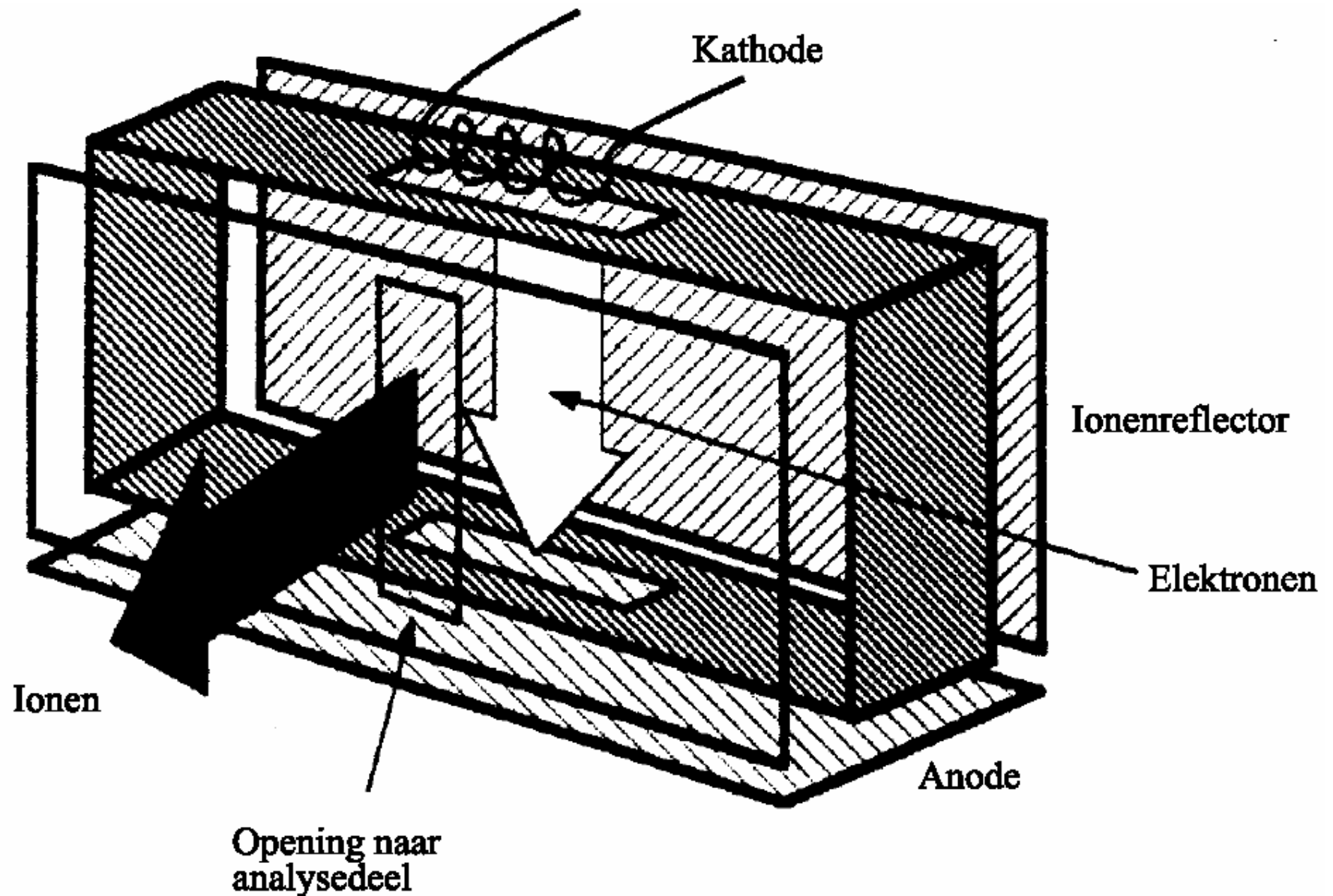
**Scheidend vermogen
Transmissie**



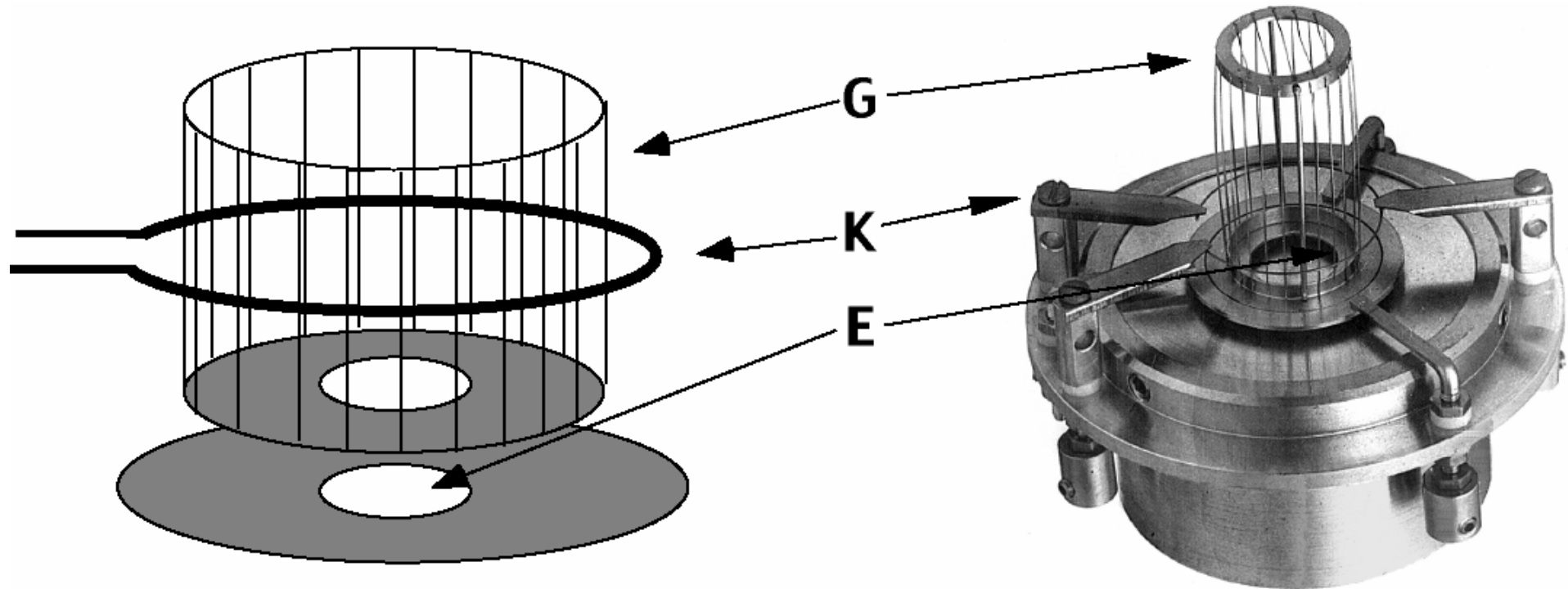
collectordeel

**Detectielimiet
Aanwijstijd**

Ionenbron volgens principe van Nier



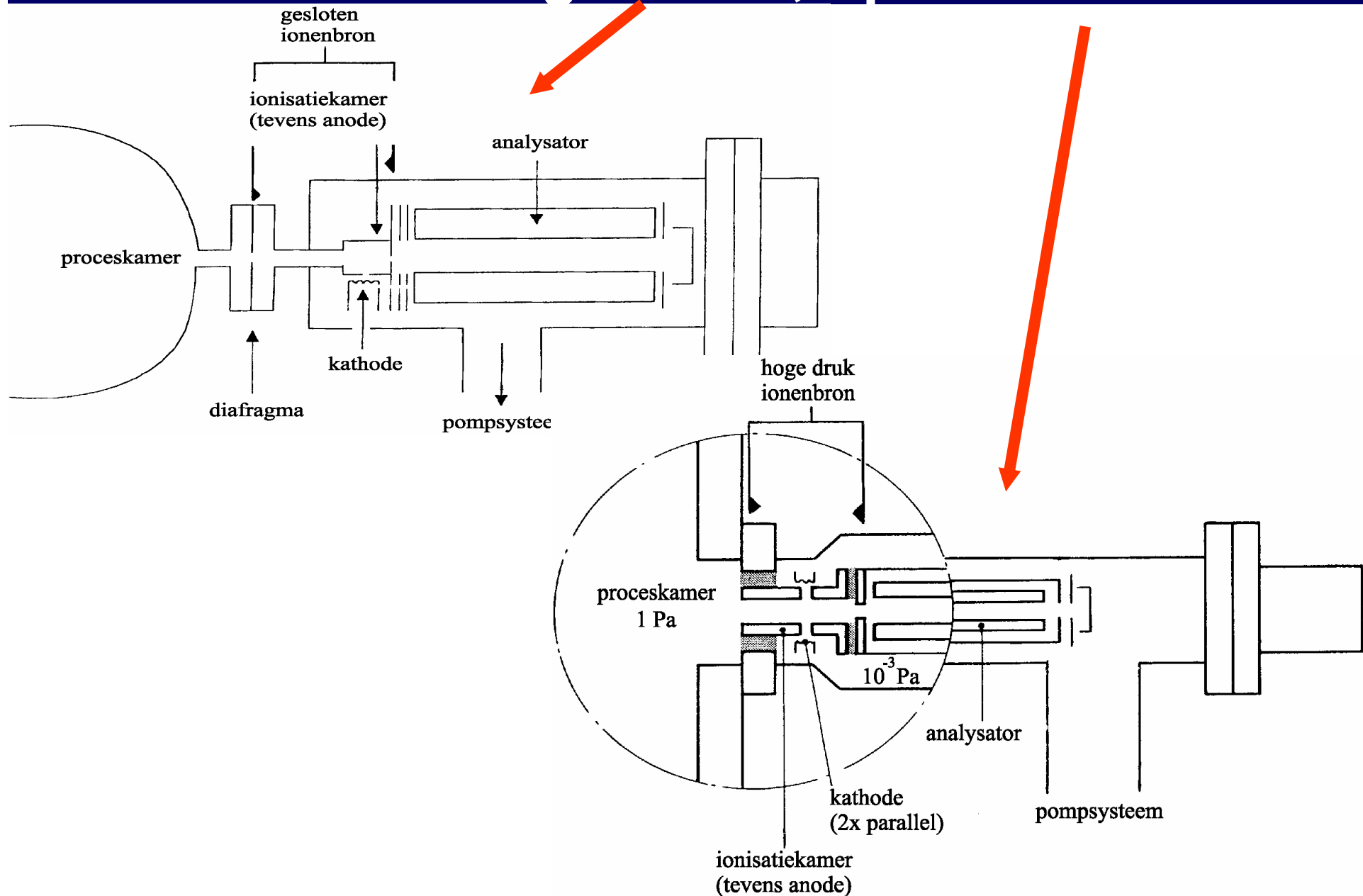
Open ionenbron



Open ionenbron met kooivormige anode, opgebouwd volgens het principe van de extractor meetbuis

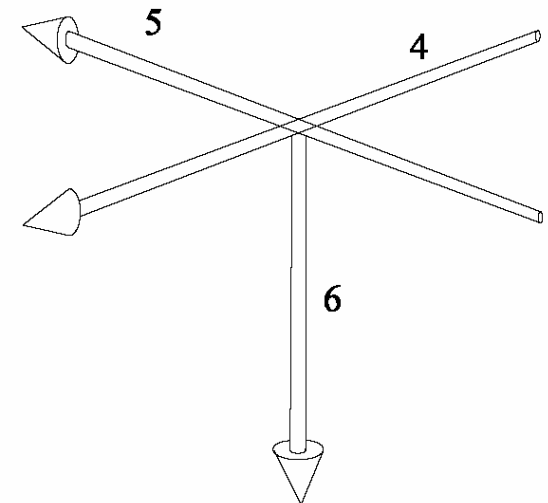
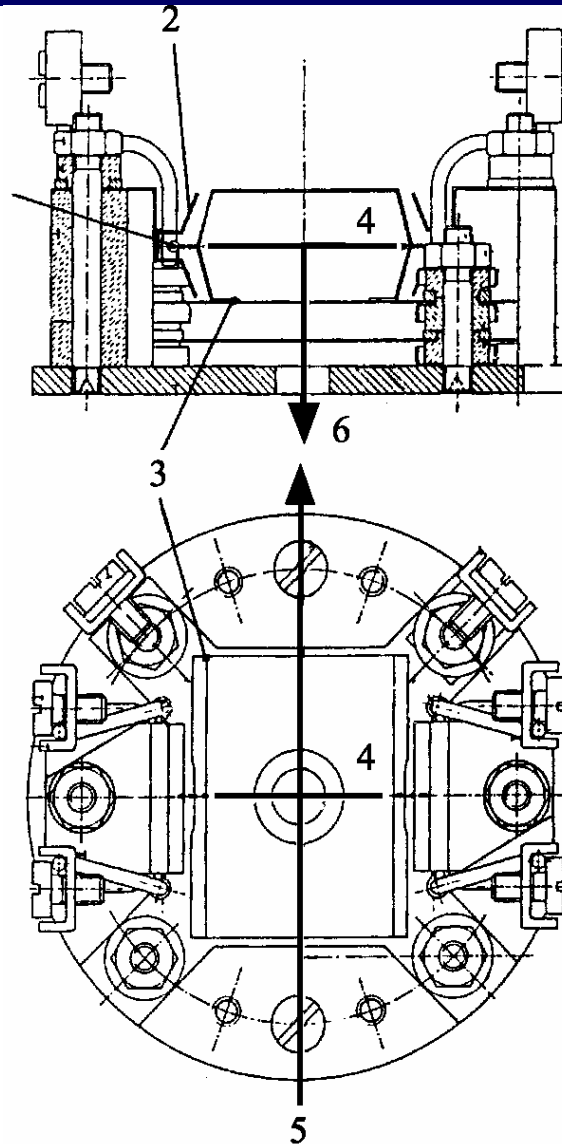
- G - **anode**
- K - **kathode**
- E - **extractie elektrode** waarmee de gevormde ionen naar het **analysedeel** worden versneld.

2 voorbeelden: gesloten; open ionenbron



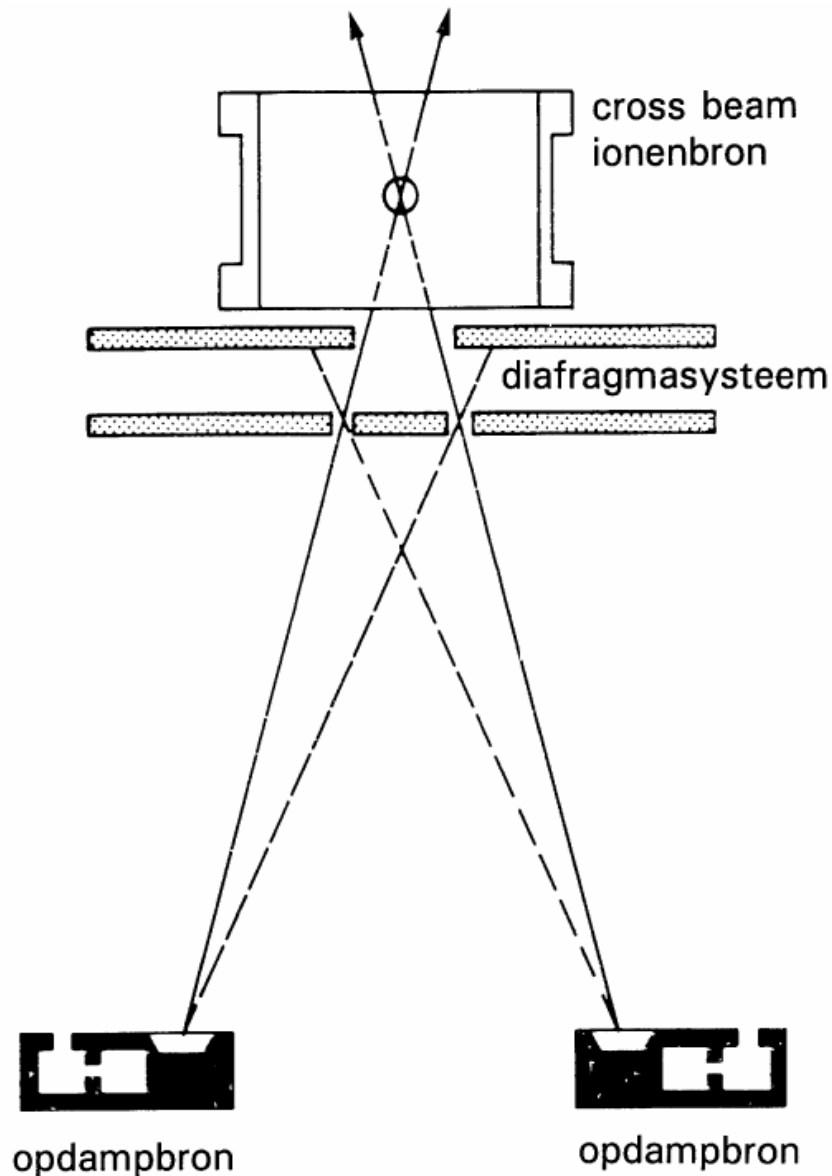
Cross beam ionenbron

- **constructietekening** en schematisch **bundelverloop**
- 1 - **kathode** (2x incl. reserve)
- 2 - **repeller** met **focuserende** werking op elektronenbundel
- 3 - **ionisatiekamer** (tevens anode)
- 4 - **ioniserende elektronenbundel**



- 5 - te analyseren **gas/dampbundel**
- 6 - **ionenbundel** naar **analysator**

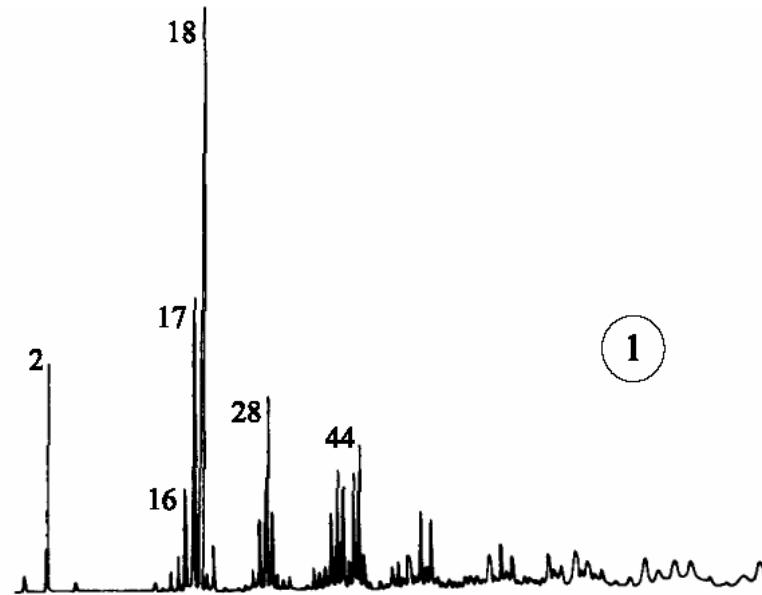
Quasi-gelijktijdige controle twee opdambronnen



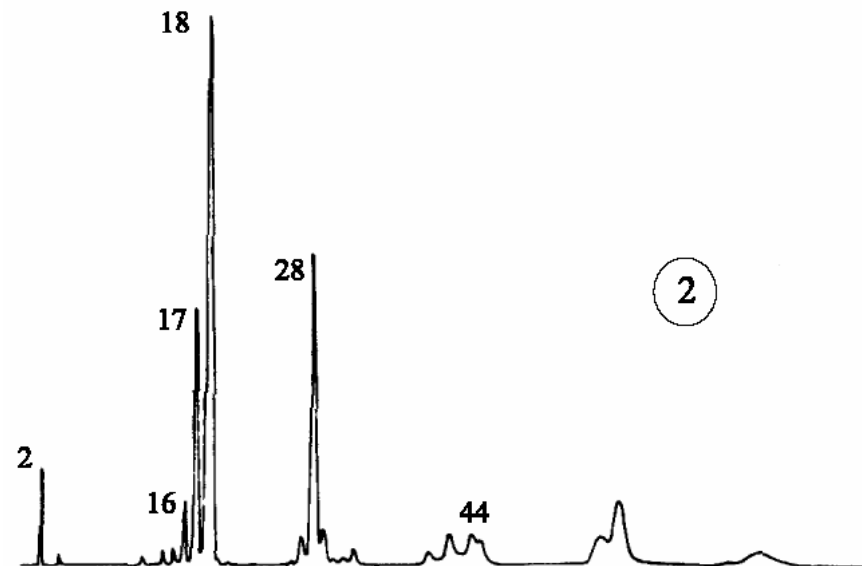
Een massaspectrometer, voorzien van een **cross beam ionenbron**, als **depositiemonitor** bij **co-evaporatie** (d.w.z. het gelijktijdig opdampen van verschillende materialen). Door gebruik te maken van een **aangepaste afscherming** met op de juiste plaatsen een paar kleine openingen, kan de intensiteit van het verdampende materiaal vanuit twee opdambronnen **quasi-gelijktijdig** worden gemeten.

Analyse gedeelte: scheidend vermogen

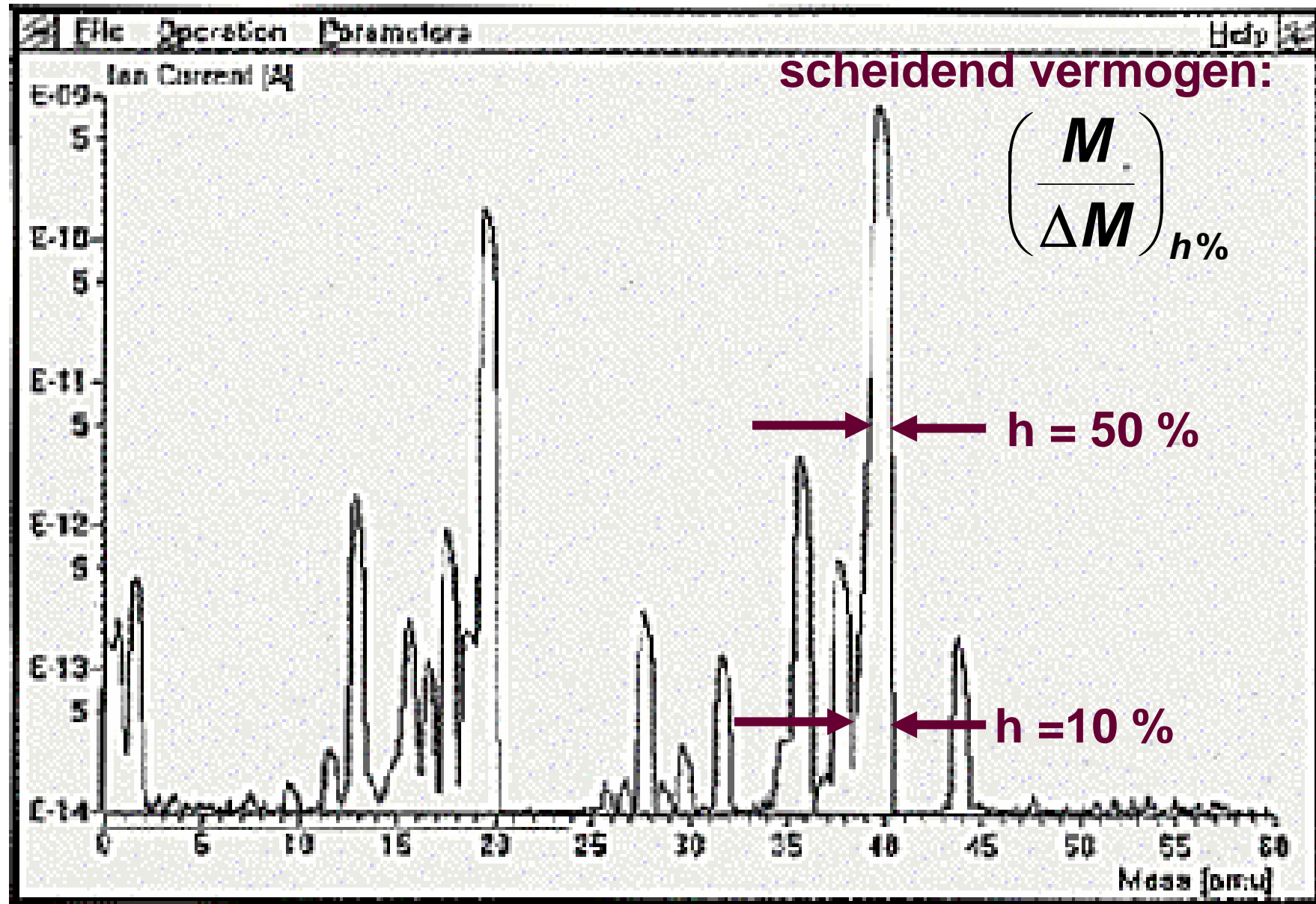
1 - **spectrum** van een restgas verontreinigd met **oliedamp**, geregistreerd met een RGA met binnen het beschouwde massagebied een **aanvaardbaar scheidend vermogen**



2 - **spectrum** onder **dezelfde omstandigheden**, echter nu gemeten met een **onvoldoende scheidend vermogen**



Scheidend vermogen



Types restgasanalysatoren

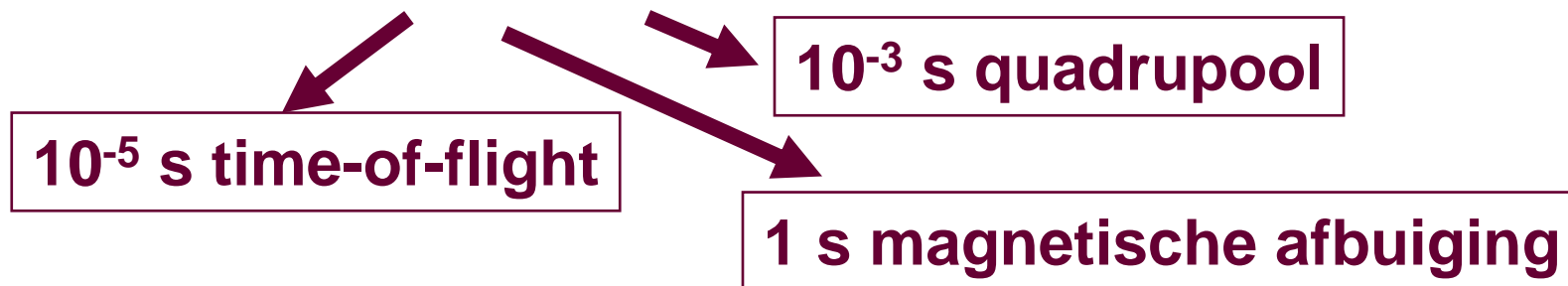
- **lineaire R.F. RGA:**
 - variabele frequentie van de wisselspanning
 - lineaire set elektroden: verschillende massa's leiden tot verschillende looptijden tussen de elektroden, de variabele frequentie selecteert de ionen die door kunnen lopen
- **omegatron:** onderling loodrechte elektrische en magnetische velden, de frequentie van het elektrische veld wordt gevarieerd; ionen met cyclotronfrequentie gelijk aan de elektrische frequentie worden geselecteerd
- **magnetische afbuiging:** door een elektrisch veld versnelde ionen worden afgebogen in magnetisch veld

Types restgasanalysatoren (vervolg)

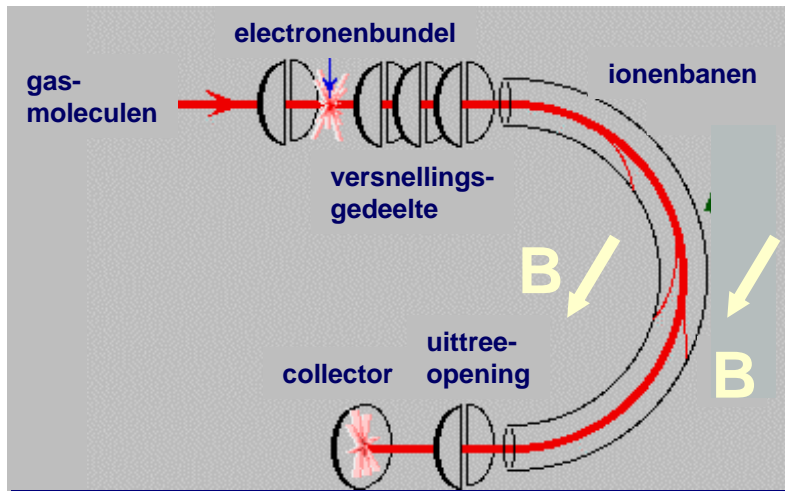
- **time of flight RGA**: door elektrisch veld versnelde ionen hebben massa-afhankelijke looptijden in veldvrije ruimte
- **quadrupool RGA**: gecombineerd statisch en wisselend elektrisch veld op een viertal staven brengt ionen al of niet “in resonantie”
- **monopool RGA**: zie quadrupool, alleen met één staaf
- **massa synchrotron RGA**: opgevouwen lineaire R.F. analyzer gecombineerd met magnetisch veld; ionen in cirkelbanen t.g.v. magnetisch veld; de ionen die synchroon lopen met modulator worden opgevangen

Aandachtspunten keuze RGA

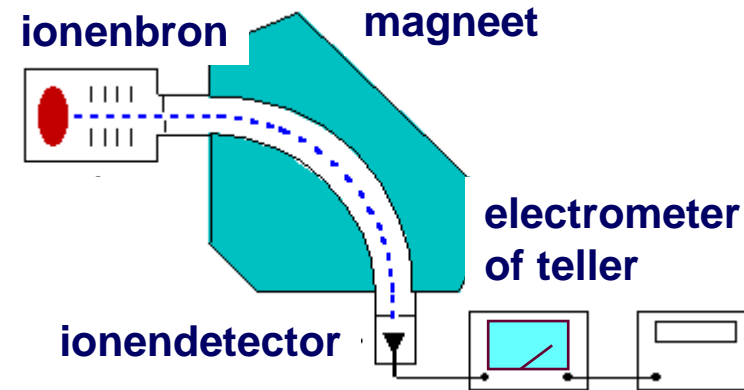
- gevoeligheid
- ontgassingsgraad
- scheidend vermogen
- vorm van de pieken
- wel of geen magneet
- mechanische constructie en elektrisch circuit
- achtergrond stromen
- toegankelijkheid van de ionenbron
- scan-snelheid



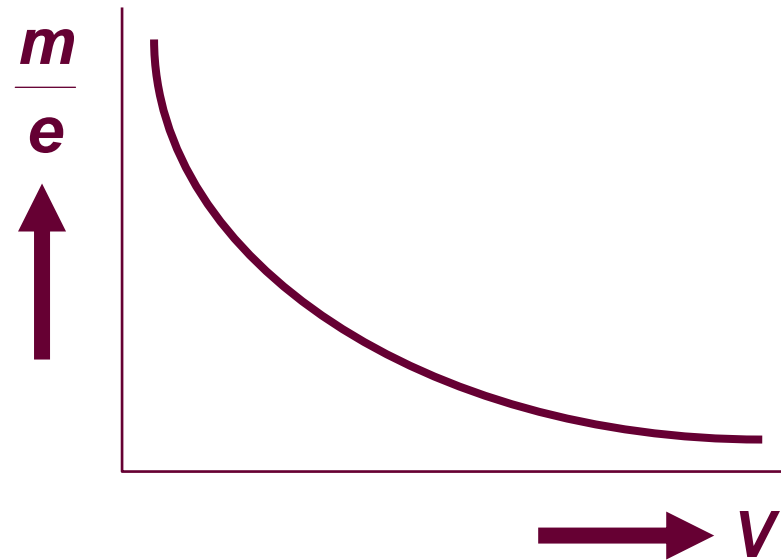
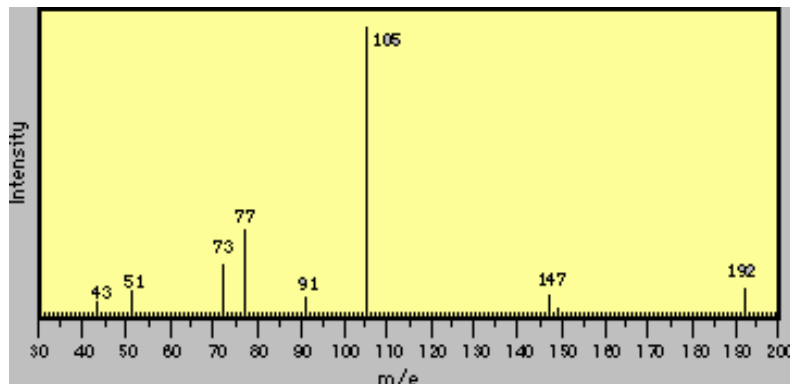
RGA met magnetische afbuiging



180° sectorveld spectrometer



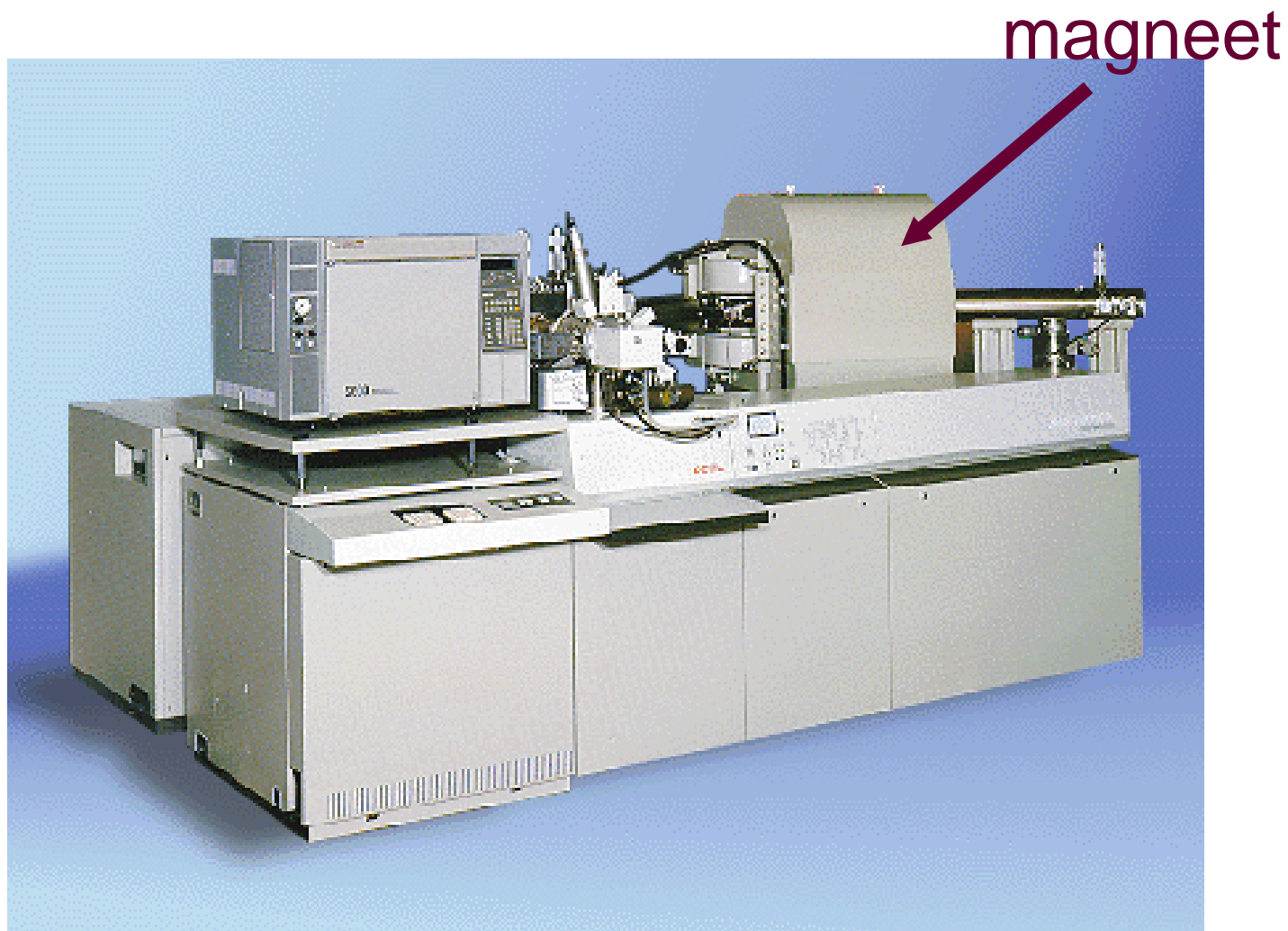
90° sectorveld spectrometer



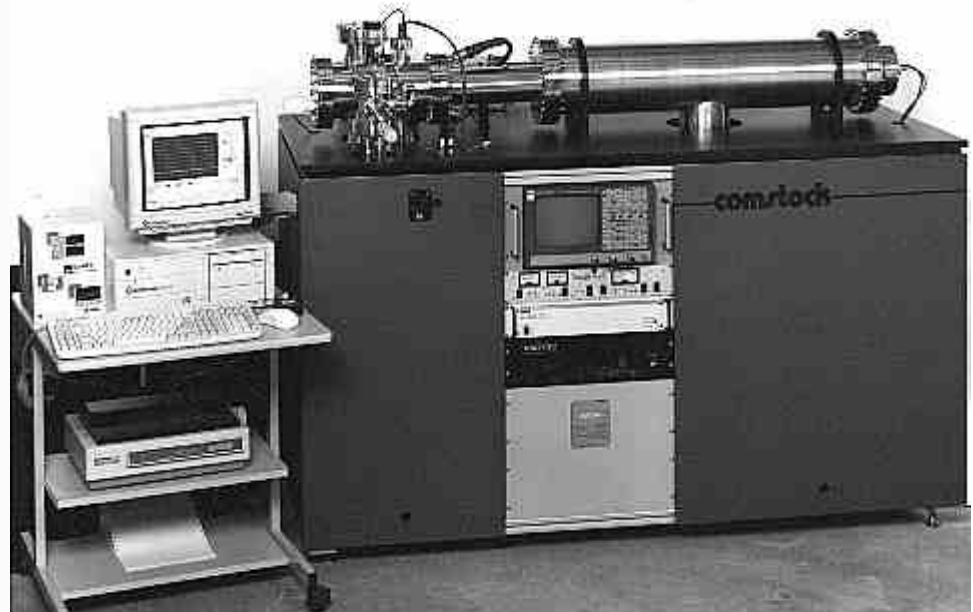
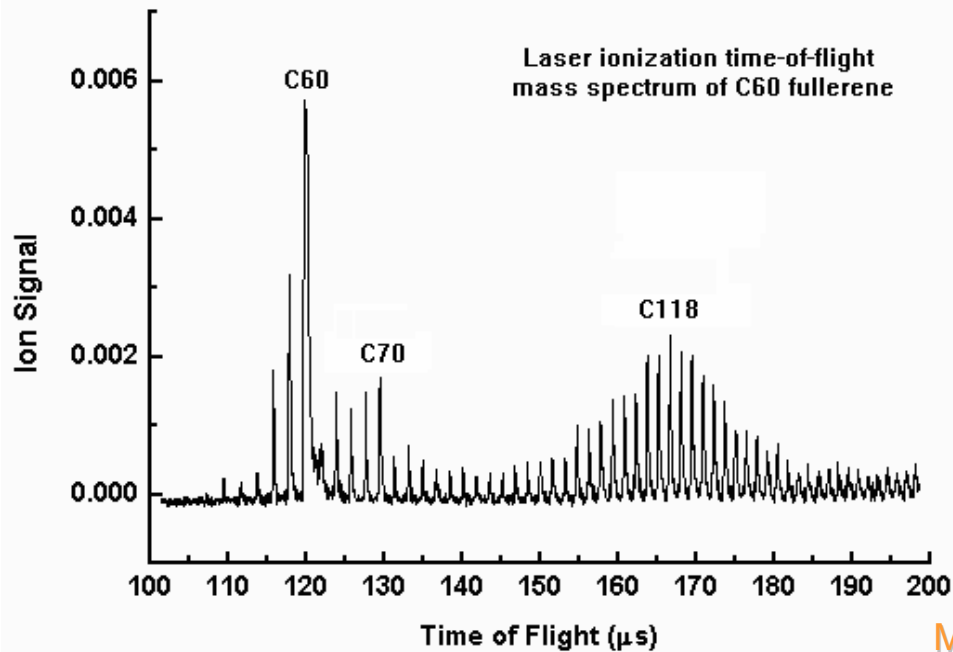
$$r = \frac{1}{B} \sqrt{2V \frac{m}{e}}$$

$$\frac{m}{e} = \frac{B^2 r^2}{2V}$$

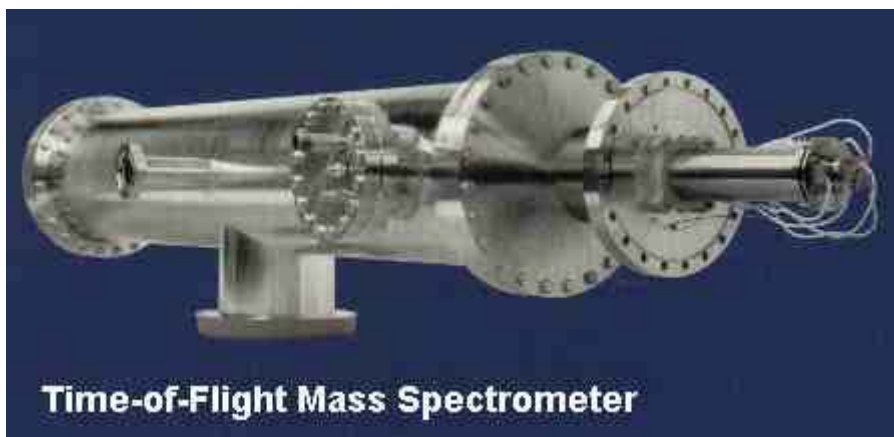
Magnetische sectorveld RGA



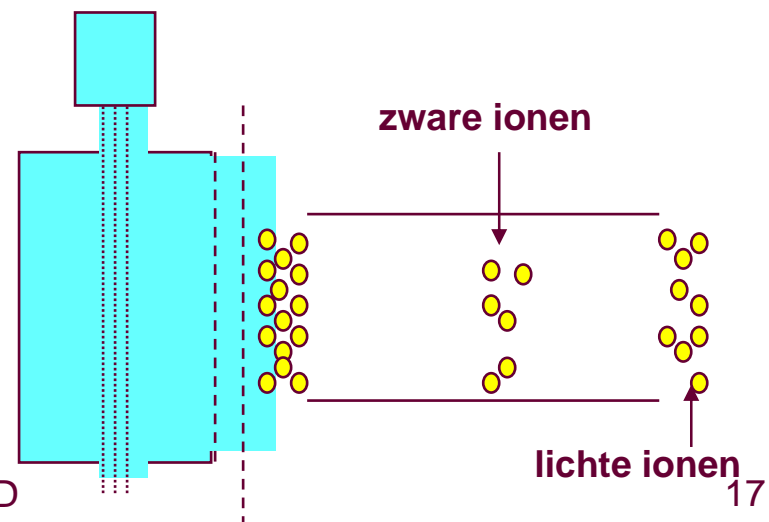
Time-of-flight RGA



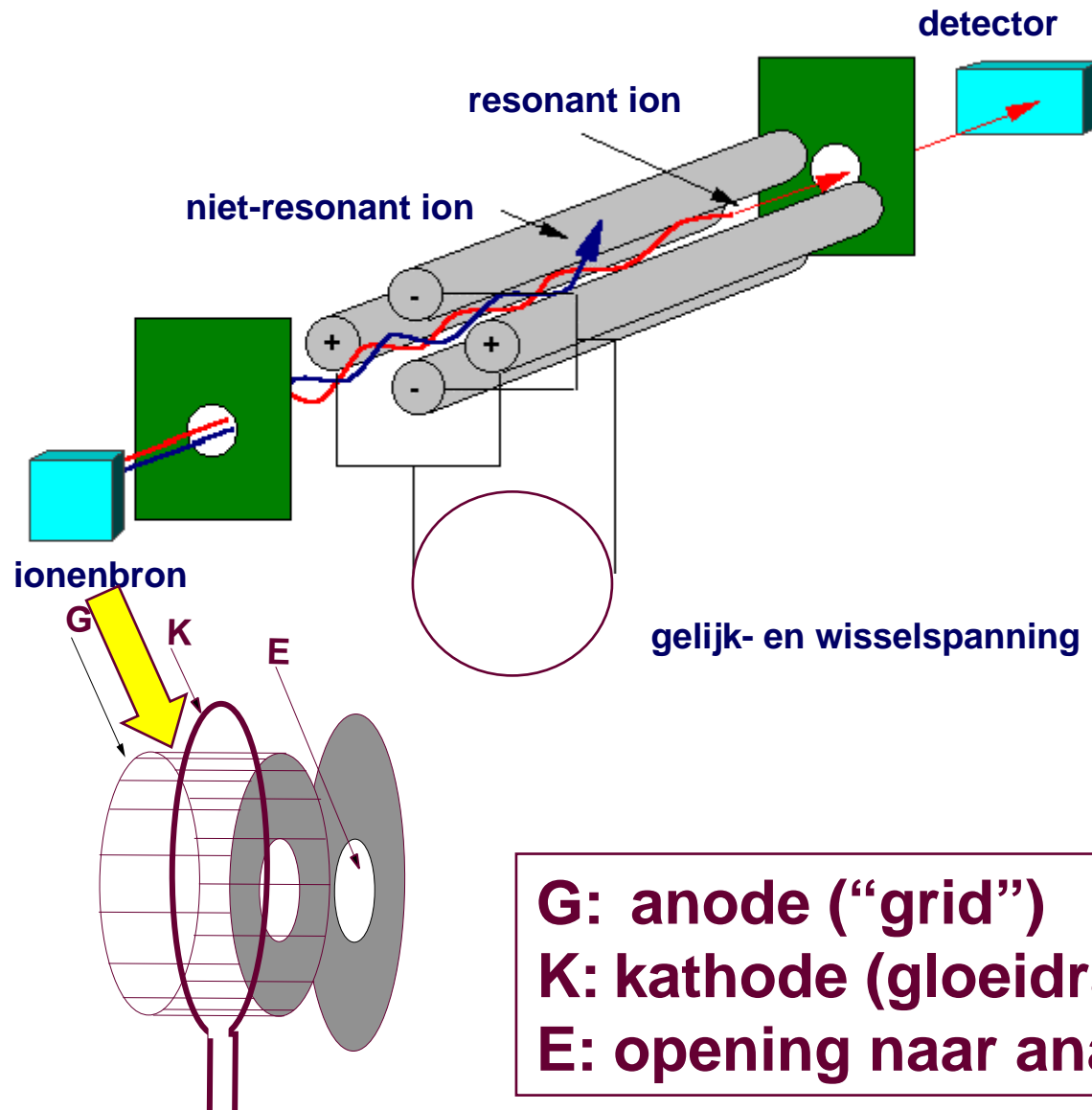
Mass Range up to 200.000 amu, Mass Resolution up to 2.000



Time-of-Flight Mass Spectrometer



Quadrupool RGA



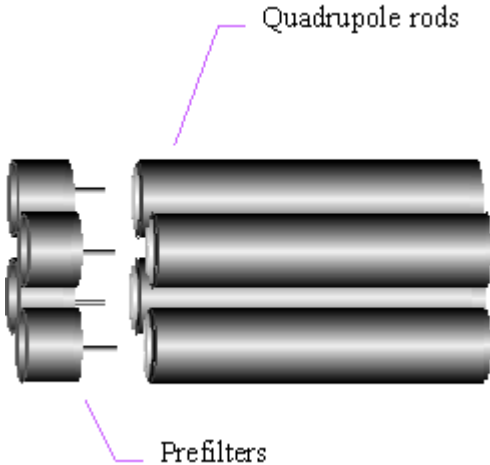
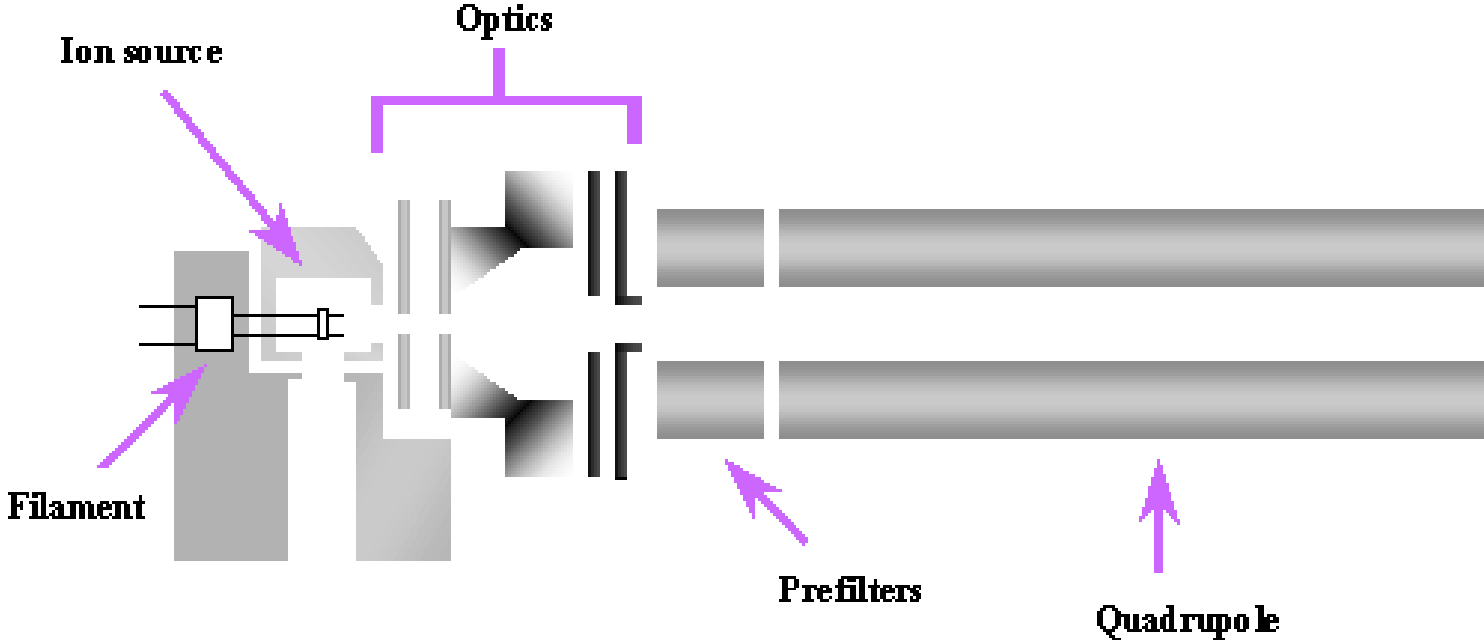
$$I^+ = C \cdot p \cdot I^-$$

$$C = F \cdot p_i \cdot L_e$$

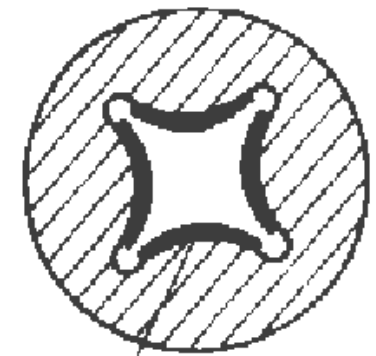
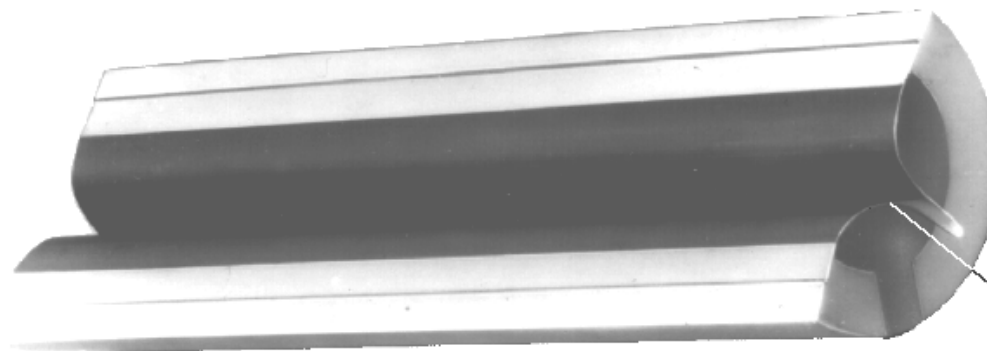
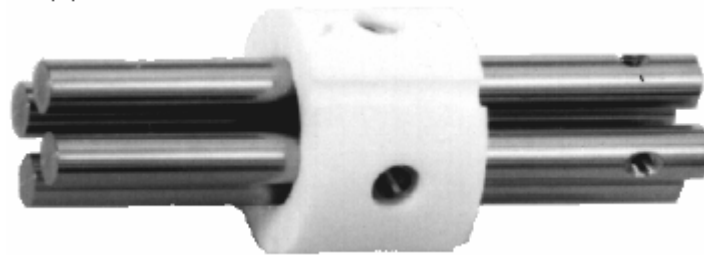
fractie van alle gevormde ionen die analyser bereik

G: anode ("grid")
K: kathode (gloeidraad)
E: opening naar analysegedeelte

Quadrupole RGA



Massafilters Quadrupool RGA



hyperbolische
elektrodes

Detectorgedeelte

Vergroten van de gevoeligheid d.m.v. multipliers:

