

# Schriftliche Prüfung: Grundlagen der Geochemie – Geoökologie

09.02.2018

Name:

Matrikelnummer:

- Bitte beantworten Sie die Aufgaben knapp und präzise.
- Benutzen Sie bitte die Ihnen überlassenen Blätter mit eindeutigem Bezug zur zugehörigen Aufgabe. Falls der Platz nicht ausreichen sollte, haben wir mehr Papier.
- Die maximal erreichbare Punktezahl beträgt 36 Punkte. Die Punktezahl am Ende jeder Aufgabenstellung gibt Aufschluss über deren Gewichtung.
- Die Arbeitszeit beträgt 90 Minuten.

Viel Erfolg!

## Aufgabe 1: (4 Punkte)

Zeichnen Sie die Stabilitätsfelder für das Redoxpaar Ammonium/Nitrat in ein Eh/pH-Diagramm. Das Standardpotential für die Oxidation von Ammonium zu Nitrat beträgt  $E^\circ = 0,879 \text{ V}$ .

## Aufgabe 2: (4 Punkte)

Erklären Sie folgende Begriffe:

- a) Lithophile Elemente
- b) Chalkophile Elemente
- c) Siderophile Elemente
- d) Atmosphile Elemente

## Aufgabe 3: (4 Punkte)

Wie ist die Ionenstärke einer Lösung definiert (Formel) und wie wirkt sich diese im Allgemeinen (a) auf die Löslichkeit von Mineralen und (b) auf die Adsorptionseigenschaften von Tonbarrieren und deren Durchlässigkeit hinsichtlich gelöster Schwermetalle in Deponien aus?

**Aufgabe 4: (1 Punkt)**

Warum werden in der Geochemie häufig Element- oder Oxidverhältnisse betrachtet und nicht die Gehalte einzelner Elemente oder Oxide?

**Aufgabe 5: (4 Punkte)**

Berechnen Sie den Anteil der potentiell austauschbaren Kationen

(KAK = meq/100g) für das Tonmineral Illit mit der Summenformel:  $K_{0,7}(Si_{3,4}Al_{0,6})(Al_{1,9}Fe^{2+}_{0,1})O_{10}(OH)_2$

**Aufgabe 6: (4 Punkte)**

- a) Warum kann die Analyse von  $\delta D$  und  $\delta^{18}O$  in Eisbohrkernen zur Berechnung der lokalen Niederschlagstemperatur herangezogen werden?
- b) Warum liegen die Werte für „Standard Mean Ocean Water (SMOW)“ in einem  $\delta D$ - $\delta^{18}O$ -Diagramm nicht auf der meteorischen Wasserlinie?

**Aufgabe 7: (3 Punkte)**

Welche Aussagen zu siliziklastischen Sedimentgesteinen können aus ihrer (a) Haupt-, (b) Spuren-, und (c) Isotopengeochemie getroffen werden?

**Aufgabe 8: (4 Punkte)**

Für ein Flusswasser ist folgende chemische Zusammensetzung ermittelt worden (Angaben in mg/L):

|             |      |  |           |      |
|-------------|------|--|-----------|------|
| $Ca^{2+}$   | 15,0 |  | $HCO_3^-$ | 58,4 |
| $SO_4^{2-}$ | 11,2 |  | $Mg^{2+}$ | 4,1  |
| $Na^+$      | 6,3  |  | $Cl^-$    | 7,8  |
| $NO_3^-$    | 1,0  |  | $K^+$     | 2,3  |

Ist diese Analyse korrekt?

**Aufgabe 9: (2 Punkte)**

Wie versuchen Geochemiker, die Zusammensetzung des Erdmantels zu bestimmen? Beschreiben Sie welche Proben analysiert werden und welche geochemischen Parameter betrachtet werden können, um die Frage zu beantworten.

Aufgabe 10: (6 Punkte)

Die unten aufgeführten  $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ - und  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Verhältnisse wurden in Fraktionen aus einem hydrothermalen Gang bestimmt.

| Fraktion                    | $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ | $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ |
|-----------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Muskowit                    | 53,26                           | 0,90753                         |
| Gesamtgestein <sup>1)</sup> | 0,8112                          | 0,70993                         |
| Calcit                      | 0,1334                          | 0,70735                         |
| Gesamtgestein <sup>2)</sup> | 0,9023                          | 0,71022                         |

<sup>1)</sup> Gesamtgestein nach Lösung mit 0,1N HCl; <sup>2)</sup> Gesamtgestein unbehandelt

- Konstruieren Sie ein Isochronendiagramm, bestimmen Sie das Alter der hydrothermalen Metasomatose und das initiale  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Verhältnis. Die Zerfallskonstante für  $^{87}\text{Rb}$  ist  $\lambda = 1,42 \times 10^{-11} \text{ 1/a}$ , die Formel für die Altersbestimmung ist Steigung =  $\lambda t$ .
- Welche Voraussetzungen müssen für eine Altersbestimmung mit der Isochronenmethode erfüllt sein?
- Was sagt das initiale  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Verhältnis aus?

|                                                                       |                                                                       |                                                                       |                                                                       |                                                                       |                                                                       |                                                                       |                                                                       |                                                                                  |                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| 1<br>0,0011<br>2,20<br>1,1<br>-239 / -253<br>1,1                      | 2<br>4,0026<br>5,50<br>1,5<br>-209                                    | 3<br>6,94<br>3,04011<br>[He]2s <sup>2</sup><br>181 / 1347             | 4<br>9,0122<br>[He]2s <sup>2</sup><br>1278 / 2070                     | 5<br>10,81<br>[He]2s <sup>2</sup><br>2180,9 / 3650                    | 6<br>12,011<br>[He]2s <sup>2</sup><br>3720,0 / 4480                   | 7<br>14,007<br>[He]2s <sup>2</sup><br>-210 / -196                     | 8<br>15,999<br>[He]2s <sup>2</sup><br>-210 / -183                     | 9<br>18,998<br>[He]2s <sup>2</sup><br>-220 / -188                                | 10<br>20,180<br>[He]2s <sup>2</sup><br>-249 / -246                    |
| 11<br>22,990<br>[Ne]3s <sup>2</sup><br>98 / 853                       | 12<br>24,305<br>[Ne]3s <sup>2</sup><br>647 / 1107                     | 13<br>26,982<br>[Ne]3s <sup>2</sup><br>640 / 2467                     | 14<br>28,085<br>[Ne]3s <sup>2</sup><br>1412 / 2055                    | 15<br>30,974<br>[Ne]3s <sup>2</sup><br>44 / 281                       | 16<br>32,06<br>[Ne]3s <sup>2</sup><br>1103 / 1458                     | 17<br>35,45<br>[Ne]3s <sup>2</sup><br>-101 / -34                      | 18<br>39,948<br>[Ne]3s <sup>2</sup><br>-189 / -186                    | 19<br>39,098<br>[Ne]3s <sup>2</sup><br>-24012<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>63 / 740 | 20<br>40,078<br>[Ne]3s <sup>2</sup><br>1941 / 2834                    |
| 21<br>44,956<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>1,20<br>1,32<br>1,68 / 2362    | 22<br>47,867<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>1,32<br>1,45<br>1,89 / 2376    | 23<br>50,942<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>1,45<br>1,58<br>1,89 / 2376    | 24<br>51,996<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>1,58<br>1,71<br>1,89 / 2376    | 25<br>54,938<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>1,71<br>1,84<br>1,89 / 2376    | 26<br>55,845<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>1,84<br>1,97<br>1,89 / 2376    | 27<br>58,933<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>1,97<br>2,10<br>1,89 / 2376    | 28<br>58,693<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>2,10<br>2,23<br>1,89 / 2376    | 29<br>63,546<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>2,23<br>2,36<br>1,89 / 2376               | 30<br>65,38<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>2,36<br>2,49<br>1,89 / 2376     |
| 31<br>69,723<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>1,82<br>1,95<br>2,07 / 2803    | 32<br>72,63<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>1,95<br>2,08<br>2,07 / 2803     | 33<br>74,922<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>2,08<br>2,21<br>2,07 / 2803    | 34<br>78,96<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>2,21<br>2,34<br>2,07 / 2803     | 35<br>79,904<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>2,34<br>2,47<br>2,07 / 2803    | 36<br>83,798<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>2,47<br>2,60<br>2,07 / 2803    | 37<br>85,468<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>2,60<br>2,73<br>2,07 / 2803    | 38<br>87,62<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>2,73<br>2,86<br>2,07 / 2803     | 39<br>88,906<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>2,86<br>2,99<br>2,07 / 2803               | 40<br>91,224<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>2,99<br>3,12<br>2,07 / 2803    |
| 41<br>92,906<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>3,12<br>3,25<br>2,07 / 2803    | 42<br>95,962<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>3,25<br>3,38<br>2,07 / 2803    | 43<br>98,906<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>3,38<br>3,51<br>2,07 / 2803    | 44<br>101,07<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>3,51<br>3,64<br>2,07 / 2803    | 45<br>102,91<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>3,64<br>3,77<br>2,07 / 2803    | 46<br>106,42<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>3,77<br>3,90<br>2,07 / 2803    | 47<br>107,87<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>3,90<br>4,03<br>2,07 / 2803    | 48<br>112,41<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>4,03<br>4,16<br>2,07 / 2803    | 49<br>114,82<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>4,16<br>4,29<br>2,07 / 2803               | 50<br>118,71<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>4,29<br>4,42<br>2,07 / 2803    |
| 51<br>121,76<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>4,42<br>4,55<br>2,07 / 2803    | 52<br>127,60<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>4,55<br>4,68<br>2,07 / 2803    | 53<br>126,90<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>4,68<br>4,81<br>2,07 / 2803    | 54<br>131,29<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>4,81<br>4,94<br>2,07 / 2803    | 55<br>132,91<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>4,94<br>5,07<br>2,07 / 2803    | 56<br>137,33<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>5,07<br>5,20<br>2,07 / 2803    | 57<br>138,91<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>5,20<br>5,33<br>2,07 / 2803    | 58<br>140,12<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>5,33<br>5,46<br>2,07 / 2803    | 59<br>140,91<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>5,46<br>5,59<br>2,07 / 2803               | 60<br>144,24<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>5,59<br>5,72<br>2,07 / 2803    |
| 61<br>146,92<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>5,72<br>5,85<br>2,07 / 2803    | 62<br>150,36<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>5,85<br>5,98<br>2,07 / 2803    | 63<br>151,96<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>5,98<br>6,11<br>2,07 / 2803    | 64<br>157,25<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>6,11<br>6,24<br>2,07 / 2803    | 65<br>158,93<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>6,24<br>6,37<br>2,07 / 2803    | 66<br>162,50<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>6,37<br>6,50<br>2,07 / 2803    | 67<br>164,93<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>6,50<br>6,63<br>2,07 / 2803    | 68<br>167,26<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>6,63<br>6,76<br>2,07 / 2803    | 69<br>168,93<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>6,76<br>6,89<br>2,07 / 2803               | 70<br>173,05<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>6,89<br>7,02<br>2,07 / 2803    |
| 71<br>174,97<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>7,02<br>7,15<br>2,07 / 2803    | 72<br>178,49<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>7,15<br>7,28<br>2,07 / 2803    | 73<br>180,95<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>7,28<br>7,41<br>2,07 / 2803    | 74<br>183,84<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>7,41<br>7,54<br>2,07 / 2803    | 75<br>186,21<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>7,54<br>7,67<br>2,07 / 2803    | 76<br>190,23<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>7,67<br>7,80<br>2,07 / 2803    | 77<br>192,22<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>7,80<br>7,93<br>2,07 / 2803    | 78<br>195,08<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>7,93<br>8,06<br>2,07 / 2803    | 79<br>196,97<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>8,06<br>8,19<br>2,07 / 2803               | 80<br>200,59<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>8,19<br>8,32<br>2,07 / 2803    |
| 81<br>204,38<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>8,32<br>8,45<br>2,07 / 2803    | 82<br>207,2<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>8,45<br>8,58<br>2,07 / 2803     | 83<br>208,98<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>8,58<br>8,71<br>2,07 / 2803    | 84<br>209,98<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>8,71<br>8,84<br>2,07 / 2803    | 85<br>210,99<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>8,84<br>8,97<br>2,07 / 2803    | 86<br>222,02<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>8,97<br>9,10<br>2,07 / 2803    | 87<br>223,02<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>9,10<br>9,23<br>2,07 / 2803    | 88<br>228,03<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>9,23<br>9,36<br>2,07 / 2803    | 89<br>227,03<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>9,36<br>9,49<br>2,07 / 2803               | 90<br>232,04<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>9,49<br>9,62<br>2,07 / 2803    |
| 91<br>231,04<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>9,62<br>9,75<br>2,07 / 2803    | 92<br>238,05<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>9,75<br>9,88<br>2,07 / 2803    | 93<br>237,05<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>9,88<br>10,01<br>2,07 / 2803   | 94<br>244,06<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>10,01<br>10,14<br>2,07 / 2803  | 95<br>243,06<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>10,14<br>10,27<br>2,07 / 2803  | 96<br>248,07<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>10,27<br>10,40<br>2,07 / 2803  | 97<br>249,08<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>10,40<br>10,53<br>2,07 / 2803  | 98<br>252,08<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>10,53<br>10,66<br>2,07 / 2803  | 99<br>254,09<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>10,66<br>10,79<br>2,07 / 2803             | 100<br>257,1<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>10,79<br>10,92<br>2,07 / 2803  |
| 101<br>260,10<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>10,92<br>11,05<br>2,07 / 2803 | 102<br>259,10<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>11,05<br>11,18<br>2,07 / 2803 | 103<br>262,11<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>11,18<br>11,31<br>2,07 / 2803 | 104<br>267,12<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>11,31<br>11,44<br>2,07 / 2803 | 105<br>268,13<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>11,44<br>11,57<br>2,07 / 2803 | 106<br>271,13<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>11,57<br>11,70<br>2,07 / 2803 | 107<br>267,13<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>11,70<br>11,83<br>2,07 / 2803 | 108<br>277,15<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>11,83<br>11,96<br>2,07 / 2803 | 109<br>276,15<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>11,96<br>12,09<br>2,07 / 2803            | 110<br>281,16<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>12,09<br>12,22<br>2,07 / 2803 |
| 111<br>280,16<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>12,22<br>12,35<br>2,07 / 2803 | 112<br>285,17<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>12,35<br>12,48<br>2,07 / 2803 | 113<br>284,18<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>12,48<br>12,61<br>2,07 / 2803 | 114<br>289,19<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>12,61<br>12,74<br>2,07 / 2803 | 115<br>288,19<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>12,74<br>12,87<br>2,07 / 2803 | 116<br>292,20<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>12,87<br>13,00<br>2,07 / 2803 | 117<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>13,00<br>13,13<br>2,07 / 2803  | 118<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>13,13<br>13,26<br>2,07 / 2803  | 119<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>13,26<br>13,39<br>2,07 / 2803             | 120<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>13,39<br>13,52<br>2,07 / 2803  |
| 121<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>13,52<br>13,65<br>2,07 / 2803  | 122<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>13,65<br>13,78<br>2,07 / 2803  | 123<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>13,78<br>13,91<br>2,07 / 2803  | 124<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>13,91<br>14,04<br>2,07 / 2803  | 125<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>14,04<br>14,17<br>2,07 / 2803  | 126<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>14,17<br>14,30<br>2,07 / 2803  | 127<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>14,30<br>14,43<br>2,07 / 2803  | 128<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>14,43<br>14,56<br>2,07 / 2803  | 129<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>14,56<br>14,69<br>2,07 / 2803             | 130<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>14,69<br>14,82<br>2,07 / 2803  |
| 131<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>14,82<br>14,95<br>2,07 / 2803  | 132<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>14,95<br>15,08<br>2,07 / 2803  | 133<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>15,08<br>15,21<br>2,07 / 2803  | 134<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>15,21<br>15,34<br>2,07 / 2803  | 135<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>15,34<br>15,47<br>2,07 / 2803  | 136<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>15,47<br>15,60<br>2,07 / 2803  | 137<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>15,60<br>15,73<br>2,07 / 2803  | 138<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>15,73<br>15,86<br>2,07 / 2803  | 139<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>15,86<br>15,99<br>2,07 / 2803             | 140<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>15,99<br>16,12<br>2,07 / 2803  |
| 141<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>16,12<br>16,25<br>2,07 / 2803  | 142<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>16,25<br>16,38<br>2,07 / 2803  | 143<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>16,38<br>16,51<br>2,07 / 2803  | 144<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>16,51<br>16,64<br>2,07 / 2803  | 145<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>16,64<br>16,77<br>2,07 / 2803  | 146<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>16,77<br>16,90<br>2,07 / 2803  | 147<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>16,90<br>17,03<br>2,07 / 2803  | 148<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>17,03<br>17,16<br>2,07 / 2803  | 149<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>17,16<br>17,29<br>2,07 / 2803             | 150<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>17,29<br>17,42<br>2,07 / 2803  |
| 151<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>17,42<br>17,55<br>2,07 / 2803  | 152<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>17,55<br>17,68<br>2,07 / 2803  | 153<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>17,68<br>17,81<br>2,07 / 2803  | 154<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>17,81<br>17,94<br>2,07 / 2803  | 155<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>17,94<br>18,07<br>2,07 / 2803  | 156<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>18,07<br>18,20<br>2,07 / 2803  | 157<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>18,20<br>18,33<br>2,07 / 2803  | 158<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>18,33<br>18,46<br>2,07 / 2803  | 159<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>18,46<br>18,59<br>2,07 / 2803             | 160<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>18,59<br>18,72<br>2,07 / 2803  |
| 161<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>18,72<br>18,85<br>2,07 / 2803  | 162<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>18,85<br>18,98<br>2,07 / 2803  | 163<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>18,98<br>19,11<br>2,07 / 2803  | 164<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>19,11<br>19,24<br>2,07 / 2803  | 165<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>19,24<br>19,37<br>2,07 / 2803  | 166<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>19,37<br>19,50<br>2,07 / 2803  | 167<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>19,50<br>19,63<br>2,07 / 2803  | 168<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>19,63<br>19,76<br>2,07 / 2803  | 169<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>19,76<br>19,89<br>2,07 / 2803             | 170<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>19,89<br>20,02<br>2,07 / 2803  |
| 171<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>20,02<br>20,15<br>2,07 / 2803  | 172<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>20,15<br>20,28<br>2,07 / 2803  | 173<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>20,28<br>20,41<br>2,07 / 2803  | 174<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>20,41<br>20,54<br>2,07 / 2803  | 175<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>20,54<br>20,67<br>2,07 / 2803  | 176<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>20,67<br>20,80<br>2,07 / 2803  | 177<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>20,80<br>20,93<br>2,07 / 2803  | 178<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>20,93<br>21,06<br>2,07 / 2803  | 179<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>21,06<br>21,19<br>2,07 / 2803             | 180<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>21,19<br>21,32<br>2,07 / 2803  |
| 181<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>21,32<br>21,45<br>2,07 / 2803  | 182<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>21,45<br>21,58<br>2,07 / 2803  | 183<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>21,58<br>21,71<br>2,07 / 2803  | 184<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>21,71<br>21,84<br>2,07 / 2803  | 185<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>21,84<br>21,97<br>2,07 / 2803  | 186<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>21,97<br>22,10<br>2,07 / 2803  | 187<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>22,10<br>22,23<br>2,07 / 2803  | 188<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>22,23<br>22,36<br>2,07 / 2803  | 189<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>22,36<br>22,49<br>2,07 / 2803             | 190<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>22,49<br>22,62<br>2,07 / 2803  |
| 191<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>22,62<br>22,75<br>2,07 / 2803  | 192<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>22,75<br>22,88<br>2,07 / 2803  | 193<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>22,88<br>23,01<br>2,07 / 2803  | 194<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>23,01<br>23,14<br>2,07 / 2803  | 195<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>23,14<br>23,27<br>2,07 / 2803  | 196<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>23,27<br>23,40<br>2,07 / 2803  | 197<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>23,40<br>23,53<br>2,07 / 2803  | 198<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>23,53<br>23,66<br>2,07 / 2803  | 199<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>23,66<br>23,79<br>2,07 / 2803             | 200<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>23,79<br>23,92<br>2,07 / 2803  |
| 201<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>23,92<br>24,05<br>2,07 / 2803  | 202<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>24,05<br>24,18<br>2,07 / 2803  | 203<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>24,18<br>24,31<br>2,07 / 2803  | 204<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>24,31<br>24,44<br>2,07 / 2803  | 205<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>24,44<br>24,57<br>2,07 / 2803  | 206<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>24,57<br>24,70<br>2,07 / 2803  | 207<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>24,70<br>24,83<br>2,07 / 2803  | 208<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>24,83<br>24,96<br>2,07 / 2803  | 209<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>24,96<br>25,09<br>2,07 / 2803             | 210<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>25,09<br>25,22<br>2,07 / 2803  |
| 211<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>25,22<br>25,35<br>2,07 / 2803  | 212<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>25,35<br>25,48<br>2,07 / 2803  | 213<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>25,48<br>25,61<br>2,07 / 2803  | 214<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>25,61<br>25,74<br>2,07 / 2803  | 215<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>25,74<br>25,87<br>2,07 / 2803  | 216<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>25,87<br>26,00<br>2,07 / 2803  | 217<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>26,00<br>26,13<br>2,07 / 2803  | 218<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>26,13<br>26,26<br>2,07 / 2803  | 219<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>26,26<br>26,39<br>2,07 / 2803             | 220<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>26,39<br>26,52<br>2,07 / 2803  |
| 221<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>26,52<br>26,65<br>2,07 / 2803  | 222<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>26,65<br>26,78<br>2,07 / 2803  | 223<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>26,78<br>26,91<br>2,07 / 2803  | 224<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>26,91<br>27,04<br>2,07 / 2803  | 225<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>27,04<br>27,17<br>2,07 / 2803  | 226<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>27,17<br>27,30<br>2,07 / 2803  | 227<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>27,30<br>27,43<br>2,07 / 2803  | 228<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>27,43<br>27,56<br>2,07 / 2803  | 229<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>27,56<br>27,69<br>2,07 / 2803             | 230<br>[294]<br>[Ar]3d <sup>5</sup><br>27,69<br>27,82<br>2,0          |