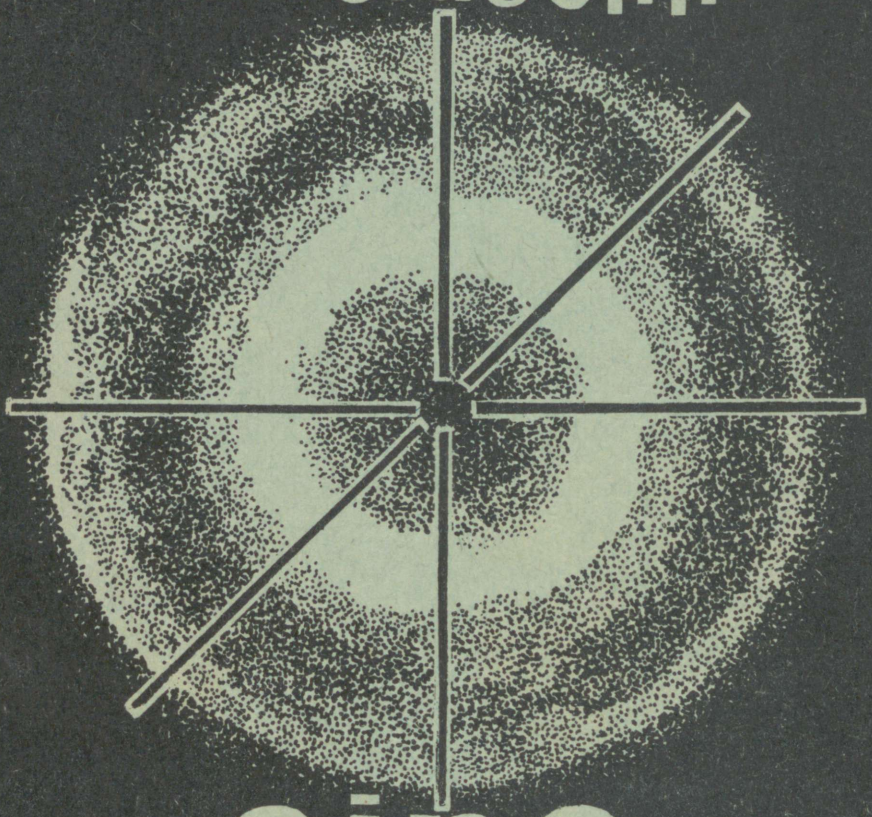
A. Tõldsenn



aine ehitus

Tartu 1968

25552 II

TARTU RIIKLIK ÜLIKOOL

A.Tõldsepp

AINE EHITUS

Programmõpik

Katsematerjal VIII klassile

Tartu 1968

2
Tartu Riikliku Ülikooli
Raamatukogu
73713

A. Tõnisson

СТРОЕНИЕ ВЕЩЕСТВА

Программированный учебник

Опытный материал для УП класса

На эстонском языке

Тартуский государственный университет
ЭССР, г. Тарту, ул. Юликооли, 18

Vastutav toimetaja K. Toim

TRÜ rotaprint 1968. Paljundamisele antud 2. XII 1968.
Trükipoognaid 10,75. Tingtrükipoognaid 10. Arvestus-
poognaid 4,55. Trükiarv 350. Paber 30 x 42. 1/4.
MB 09527. Tell. nr. 753.

Hind 15 kop.

E e s s õ n a

Programmõpik "Aine ehitus" on mõeldud kaheksanda klassi õpilastele. Õpikus antakse ülevaade aatomi ehitusest ja keemilisest sidemest. Et need küsimused moodustavad keemiakursuse teoreetilise aluse, tutvustatakse neid mõnevõrra põhjalikumalt kui seda senini koolikeemia raames on tehtud (väljaarvatud keemia-eriklassid). Autori sooviks on anda õpilastele kaasaja seisukohtadele vastav ettekujutus aatomi ehitusest ja keemilisest sidemest.

Õpilased, kellele pakuvad huvi õppetekstis mainitud teadlaste eluloolised andmed, leiavad need õpiku lõpust.

Programmõpik erineb ülesehituselt tavalisest õpikust. Sellepärast tuleb enne programmõpikuga tööle asumist tähelepanelikult läbi lugeda õpiku kasutamise juhend, mis on järgmisel leheküljel.

J u h e n d

Kogu õppematerjal on jagatud väikesteks osadeks - kaadriteks, mis on üksteisest joontega eraldatud. Kaadrid on nummerdatud kahe numbriga, näiteks 1 - 14, 3 - 125 jne. Esimene numbritest on peatüki number, teine kaadri number selles peatükis. Kaadrid tuleb läbi töötada õpikus esitatud järjekorras väljaarvatud need juhud, kui kaadri lõpus on viide, kust õppimist jätkata. Kaadrites olevad lüngad tuleb täita sobiva sõnaga, numbriga, sümboliga või teadlase nimega. Lüngad on kõik ühepikkused ja ei sõltu vastuse pikkusest.

Õppimisel katke lehekülg paberilehega nii, et oleks avatud ainult see kaader, mida parajasti loete. Tekstis esinevad lüngad täitke kirjalikult oma keemiavihikusse, kusjuures märkige juurde vastava kaadri number. Nihutades paberilehte allapoole, avage seejärel järgmine kaader, mille vasakpoolselt servalt leiate vastused.

Et programmõpiku abil tuleb kogu õppematerjal iseseisvalt läbi töötada, siis on soovitav, kui teete oma keemiavihikusse ka märkmeid, kirjutades välja definitsioone, valemeid jne.

Õppematerjal saab selgeks ainult siis, kui töötate hoolikalt, täiesti iseseisvalt, ega vaata vastuseid enne kui olete need ise leidnud ja välja kirjutanud.

Head edu tööks!

1. AATOMI KEERULISE EHITUSE EKSPERIMENTAALSED TÕESTUSED

E l e k t r o n i a v a s t a m i n e

1 - 1

Sajandeid peeti aatomit jagamatuks. Alles XIX sajandi lõpul tehtud avastused lükkasid ümber senised tõekspidamised ..... jagamatuse kohta.

---

1 - 2

aatomi

Aatomi koostisosadest avastati esimesena elektron. Nimelt oletas 1874.a. inglise teadlane G. S t o n e y (loe:stouni), et elektronid kuuluvad ..... koostisse.

---

1 - 3

aatomi

..... tegi ka 1891.a. ettepaneku võtta kasutusele nimetus "elektron".

---

1 - 4

Stoney (loe:stouni)

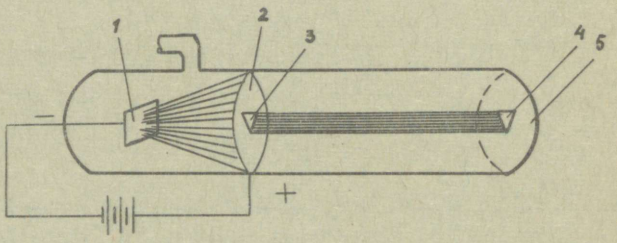
1879.a. tõestas inglise füüsik W. C r o o k e s (loe: kruuks) ka katseliselt, et elektronid on ..... koostisosad.

---

1 - 5

Oma katses kasutas ..... klaastoru (vt. joon.1), milles asus kaks elektroodi (elektroodid 1 ja 2 joonisel 1).

aatomi



Joon. 1. Negatiivselt elektroodilt väljuvad kiired levivad sirgjooneliselt

---

Crookes (loe: kruuks)

1 - 6

Elektrood 1 oli laetud ....., elektrood 2 aga ..... (vt.joon.1).

---

1 - 7

negatiivselt

positiivselt

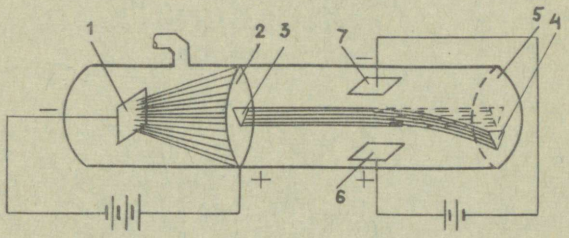
Torust pumbati õhk välja. Hõrendusel 10^{-6} at hakkas helendama klaastoru sein 5 elektroodi 1 vastas. Positiivsele elektroodile 2 tehtud kolmnurkse avause 3 abil tehti kindlaks, et kolmnurga helendava kujutise 4 klaastoru seinal 5 põhjustavad kiired, mis sirgjooneliselt liiguvad ..... elektroodilt 1 ..... elektroodile 2 (vt. joon. 1).

---

1 - 8

Klaastorru asetati veel kaks elektroodi (elektroodid 6 ja 7 joonisel 2).

negatiivselt
positiivsele



Joon. 2. Negatiivselt elektroodilt väljuvad kiired kalduvad kõrvale elektriväljas

Elektrood 6 oli laetud ..... ,
elektrood 7 oli laetud .....

---

1 - 9

positiivselt
negatiivselt

Nüüd ilmnes, et elektroodilt 1 väljuvad kiired kalduvad ..... laetud elektroodi 6 poole (vt. joon. 2).

---

1 - 10

positiivselt

Järelikult kuuluvad aatomite koostisse negatiivselt laetud osakesed, mida Stoney nimetaski elektronideks. Elektronil on ..... laeng.

---

	1 - 11
negatiivne	Kui klaastorru paigutada kergest materjalist tiivik, paneb elektronide voog selle pöörlema. ..... on seega ka teatud energia.

---

	1 - 12
elektronil (elektronidel)	Katseid korrati erinevast ainest negatiivsete elektroodidega. Selgus, et igal juhul väljuvad negatiivselt elektroodilt elektronid. Järelikult kuuluvad ..... kõikide aatomite koostisse.

---

elektronid	1 - 12

R a d i o a k t i i v s u s

1 - 13

Prantsuse füüsik A.B e c q u e r e l (loe: bekrel) uuris 1896.a. fluorestsentsi nähtust uraani sooladel (fluorestsents on mõnede ainete võime valgustamisel lühikest aega helendada).

..... asetas uraani soola musta paberisse pakitud fotoplaadile ja paigutas need seejärel päikese kätte. Pärast ilmutamist muutus fotoplaat mustaks.

Becquerel (loe:bekrel)	1 - 14 Kord märkas ....., et fotoplaat tumenes ka siis, kui uraani soola päikese käes ei hoitud.
Becquerel	1 - 15 M. S k ł o d o w s k a - C u r i e (loe: sklodovska kürii) jätkas katseid ning leidis, et looduslik uraani mask kiirgab palju intensiivsemalt kui puhas uraani oksiid, ehkki viimases on uraani protsendiline sisaldus suurem. See viis M. S k ł o d o w s k a - ..... mõttele, et looduslik mineraal peab sisaldama tundmatu elemendi, mis on veel aktiivsem kui .....
Curie (loe:kürii) uraan	1 - 16 1898.a. avastasid M.S k ł o d o w s k a - C u r i e ja P. C u r i e kaks uut elementi - polooniumi ja raadiumi. Esimesele elemendile anti nimetus M. Skłodowska - ..... kodumaa Poola auks.
Curie	1 - 17 Avastatud nähtust nimetati radioaktiivsuseks, elemente aga, millel on see omadus, radioaktiivseteks elementideks. Poloonium ja raadium on ..... elemendid, sest nad saadavad intensiivselt välja mitmesuguseid kiiri.

1 - 18

radioaktiivsed

Keemiliste elementide aatomite omadust spontaanselt välja saata mitmesuguseid kiiri ja muutuda ise seejuures uute elementide aatomiteks, nimetatakse radioaktiivsuseks.

A. B e c q u e r e l leides, et uraani soolad saadavad välja kiiri, avastaski .....

---

1 - 19

radioaktiivsuse

..... element raadium laguneb heeliumiks (He) ja radooniks (Rn).

---

1 - 20

radioaktiivne

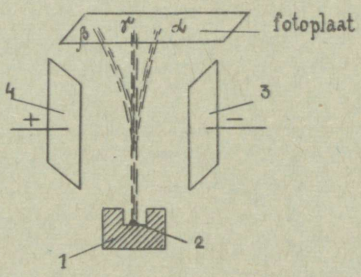
Radioaktiivsed kiired jagatakse kolme liiki :α- (alfa-), β -(beeta-) ja γ -kiired (gammakiired). α-, ... - ja ..... - kiiri on kerge eristada elektriväljas.

---

1 - 21

Selleks paigutatakse radioaktiivsete elementide segu 2 pliikarpi 1 kahe metallplaadi vahele (vt. joon. 3).

β-(beeta-)
γ-(gamma-)



Joon. 3. Radioaktiivsete kiirte kõrvalekaldumine elektriväljas

Üks plaatidest 3 on laetud .....,
teine plaat 4 aga .....(vt.joon.3).

---

1 - 22

negatiivselt
positiivselt

Alfakiired kalduvad .....,
beetakiired ..... plaadi suunas
(vt. joon. 3).

---

1 - 23

negatiivse
positiivse

Gammakiired elektriväljas kõrvale
.... (vt. joon. 3).

---

1 - 24

ei kaldu

Radioaktiivsete kiirte kõrvalekaldumisest elektriväljas võib teha mõned järeldused nende laengute kohta. Järelduste tegemisel tuleb silmas pidada, et vastasnimelised laengud tõmbuvad, ... - nimelised aga tõukuvad.

---

1 - 25

sama -

Alfakiired kujutavad endast võrdlemisi suure massiga ..... laetud osakeste voogu.

---

1 - 26

positiivselt

Beetakiired on väikese massiga ..... laetud osakeste voog - elektronide voog.

---

1 - 27

negatiivselt

Gammakiired on väga väikese lainepikkusega elektromagnetilised võnkumised. Gammakiirtel ..... laeng.

---

1 - 28

puudub

Radioaktiivsete ainete segu saadab välja seega ..... -, ... - ja ..... - kiiri.

α-(alfa-)
β-(beeta-)
γ-(gamma-)

1 - 29

Laeng on ainult ..... - ja ..... -kiirtel.

---

alfa-
beeta-

1 - 30

Ilma laenguta on ..... - kiired.

---

gamma-

1 - 31

..... - kiirtel on positiivne laeng, ... -kiirtel aga negatiivne laeng.

---

alfa-
beeta-

1 - 32

Radioaktiivsuse nähtuse avastamine kinnitas veel kord, et aatomid on liitosakesed.

A a t o m i t u u m a a v a s t a m i n e

1 - 33

Elektronid kuuluvad teatavasti kõikide aatomite koostisse. Et aatom tervikuna aga on elektriliselt neutraalne, siis peab ..... koostisse kuuluma ka positiivselt laetud osakesi.

---

1 - 34

aatomi

Positiivselt laetud osakeste olemasolule aatomis viitab ka radioaktiivsuse nähtus. On ju alfaosakestel ..... laeng.

---

1 - 35

positiivne

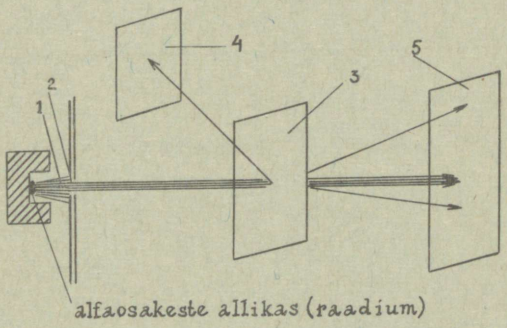
Eksperimentaalselt tõestas positiivselt laetud osakeste olemasolu aatomis ning määras ka nende paiknemise inglise füüsik E. R u t h e r f o r d (loe:razefod). Nimelt teostas ..... 1911.a. järgmise katse.

---

1 - 36

Alfaosakeste kimp 1 juhiti läbi kitsa pilu 2 väga õhukesele metallplaadile 3 (vt. joon. 4).

Rutherford (loe:razefod)



Joon. 4. Alfaosakeste hajumine õhukesest metallplaadist läbiminekul

Metallplaadi ette ja taha oli paigutatud tsinksulfiidiga kaetud ekraanid 4 ja 5. Vastu ekraani põrgates tekitavad alfaosakesed sähvatusi. See võimaldab neid loendada.

Jälgides alfaosakeste liikumist, märkas ....., et enamik alfaosakesi läbib metallplaadi .....(vt. joon. 4).

---

1 - 37

Rutherford sirgjooneliselt (ilma kõrvale kaldumata)

Väike arv alfaosakesi kaldub kõrvale ja umbes 10 000-st üks osake põrkub tagasi. Alfaosake võib põrgata tagasi ainult siis, kui ta kohtab väikesesse ruumipiirkonda kontsentreeritud suurt ..... laengut.

positiivset

1 - 38

Arvestama peab veel seda, et alfaosakestel tuleb isegi väga õhukese metallplaadi korral läbida palju aatomite kihte (o,1mm paksuse plaadi korral 300 000- aatomiline kiht). Järelikult võtavad positiivselt laetud osakesed enda alla aatomis .... ruumipiirkonna.

---

väga väikese

1 - 39

Kui positiivselt laetud osakesed võtaksid enda alla aatomis suure ruumipiirkonna, siis enamik alfaosakesi .... või vähemalt ....

---

põrkuks tagasi

kalduks kõrvale

1 - 40

Rutherfordi katsest võib teha järgmise kokkuvõtte - aatom sisaldab ka ..... laetud osakesi, mis nagu aatomi masski on kontsentreeritud aatomi väikesesse osasse - tuuma.

---

positiivselt

1 - 41

Kõige lihtsamaks aatomi mudeliks oli Thomsoni mudel. See mudel eeldas, et positiivne laeng on ühtlaselt jaotatud üle kogu aatomi ja selles on negatiivselt laetud elektronid. Vastavalt Thomsoni mudelile on aatom ka ühtlase tihedusega.

Kas Thomsoni aatomi mudel on kooskõlas Rutherfordi eksperimendi tulemustega? Vastust põhjendage!

---

1 - 42

Küsimusele - kas Thomsoni mudel on kooskõlas Rutherfordi eksperimendi tulemustega - võisite anda järgmised vastused:

1. Thomsoni aatomi mudel on kooskõlas Rutherfordi eksperimendi tulemustega - jätkake kaader 1-43.
2. Thomsoni aatomi mudel ei ole kooskõlas Rutherfordi eksperimendi tulemustega - jätkake kaader 1-44.

---

1 - 43

Teie vastus oli: Thomsoni aatomi mudel on kooskõlas Rutherfordi eksperimendi tulemustega.

Teie olete eksinud! Thomsoni aatomi mudeli kohaselt oli positiivne laeng ühtlaselt jaotatud üle kogu aatomi. Sellisel juhul aga põrkuks enamik positiivselt laetud alfaosakesi tagasi või kalduks vähemalt kõrvale.

Korrake alates kaadrist 1 - 35.

---

1 - 44

Teie vastus oli : Thomsoni aatomi mudel ei ole kooskõlas Rutherfordi eksperimendi tulemustega.

Vastus on õige! Rutherfordi eksperiment näitas, et Thomsoni aatomi mudel ei vasta tegelikkusele. Thomsoni mudeli kehtivuse korral oleks pidanud enamik alfaosakesi tagasi põrkuma.

Asuge nüüd aatomi koostisosade tundma õppimisele - jätkake kaader 2-1.

---

2. AATOMI KOOSTISOSAD

E l e k t r o n

2 - 1

Elektron on elementaarosake, mis teatavasti kuulub mistahes ..... koostisse.

---

2 - 2

Elektronil on kõige väiksem elektri laeng, mida on senini kindlaks tehtud. Viimase asjaolu tõttu nimetatakse seda elementaarseks laenguks. Et keemias on ..... laeng võetud ühikuks, siis elektroni laeng võrdub -1 (elektronil on elementaarne ..... laeng).

aatomi

---

2 - 3

Kahe elektroni laeng väljendatuna elementaarlaengu ühikutes on -2, viie elektroni laeng on .....

elementaarne

negatiivne

---

2 - 4

Elektroni mass moodustab vaid $\frac{1}{1840}$ kõige kergema aatomi - vesiniku aatomi massist . ..... mass on järelikult tunduvalt väiksem vesiniku aatomi massist.

- 5

---

elektroni

2 - 5

Elektroni tähistatakse sümboliga $\bar{e}$. Miinusmärk e tähe kohal tähendab seda, et elektronil on ..... laeng.

---

negatiivne 2 - 5

P r o o t o n

2 - 6

Positiivset laengut kandvaks ..... koostisosaks on prooton.

---

aatomi

2 - 7

Prootoni laeng on absoluutväärtuselt võrdne elektroni laenguga, kuid märgilt vastupidine - seega +1.
Prootonil on elementaarne ..... laeng.

---

positiivne

2 - 8

Kolme prootoni laeng väljendatuna elementaarlaengu ühikutes on +3, seitsme prootoni laeng on .....

+ 7

2 - 9

Prootoni mass on ligikaudu võrdne vesiniku aatomi massiga ning järelikult 1840 korda suurem ..... massist.

---

2 - 1o

elektroni

Prootoni tihedus on väga suur. Prootonit tähistatakse $^{1}_{1}$p, see tähendab, et ..... mass on 1 ja tema laeng on .....

---

2 - 1o

prootoni
+1

N e u t r o n

2 - 11

1932.a. avastas inglise füüsik J. C h a d w i c k (loe:tšäduik) veel ühe ..... koostisse kuuluva elementaarosakese - neutroni.

---

2 - 12

astomi

..... poolt avastatud osakesel puudub laeng, ehk teisiti öeldes, ... laeng on võrdne nulliga.

---

2 - 13

Chadwick'i
(loe: tšäduiki)
neutroni

Neutroni mass on ensm-vähem võrdne prootoni massiga. Seega ka neutroni mass on suurem ..... massist.

---

elektroni

2 - 14

Neutronit tähistatakse $^{1}_{0}n$, mis tähendab, et ..... mass on 1 ja tema laeng on .....

---

neutroni 0

2 - 15

Kordame veel lühidalt aatomi koostisosade omadusi.

Aatomi põhilisi koostisosi on arvult ..... ning nendeks on ....., ... ja .....

---

3 elektron(id) prooton(id) neutron(id)

2 - 16

Laeng on ainult ..... ja .....

---

elektronil prootonil

2 - 17

Ilma laenguta elementaarosakeseks on .....

---

neutron

2 - 18

Massilt on enam-vähem võrdsed ..... ja .....

---

prooton neutron

2 - 19

..... mass on 1840 korda väiksem nii prootoni kui ka ..... massist.

---

elektroni
neutroni

2 - 19

A a t o m i t u u m

2 - 2o

Prootonid ja neutronid moodustavad positiivselt laetud aatomituuma. Tuumale annavad laengu .....

---

prootonid

2 - 21

Teooria, mille kohaselt aatomituumad koosnevad ..... ja ....., esitas esimesena 1932.a. nõukogude füüsik D.D.I v a n e n k o.

---

prootonitest
neutronitest

2 - 22

Aatomituum on mõõtmetelt aatomist palju väiksem. Aatomi diameeter, kui pidada aatomit sfääriliseks on 10^{-8}cm, tuuma diameeter aga 10^{-13} cm. Seega on ..... 100 000 korda väiksem kui aatom.

(aatomi)tuum

2 - 23

Katseliselt tõestas E. Rutherford juba XX sajandi algul, et tuum on tunduvalt ..... kui aatom.

---

väiksem

2 - 24

Tänapäeval võib öelda, et tuum on aatomist ligikaudu ..... korda väiksem.

---

100 000

2 - 25

Kui aatom oma suuruselt vastaks normaalmõõtmetega staadionile, siis ..... oleks vaid nööpnõela pea suurune.

(aatomi) tuum

2 - 26

Kujutame korraks aatomit mesipuuna koos mesilastega. Mesipuu kujutaks siis tuuma, selle ümber lendavad mesilased aga elektrone. Mesipuu raadius on 25 cm. Arvutage mesilaste lennu kaugus mesipuust kui mesipuu raadiuse ja mesilaste lennu kauguse suhe võrdub tuuma ja aatomi mõõtmete suhtega.

Vastus andke kilomeetrites.

---

2 - 27

Kui saite mesilaste lennu kauguseks

1. 2 500 000 km - jätkake kaader 2-28
2. 25 000 km - jätkake kaader 2-29
3. 25 km - jätkake kaader 2-30
4. muu vastuse - jätkake kaader 2-31

---

2 - 28

Teie saite mesilaste lennu kauguseks 2 5oo ooo km.

Vastus ei ole õige! Olete unustanud teisendada sentimeetrid kilomeetriteks. Teisendage 2 5oo ooo cm kilomeetriteks ja jätkake seejärel kaader 2-32.

---

2 - 29

Teie saite mesilaste lennu kauguseks 25 ooo km.

Vastus ei ole õige! Olete unustanud teisendada meetrid kilomeetriteks. Teisendage 25 ooo m kilomeetriteks ja jätkake kaader 2-32.

---

2 - 3o

Teie saite mesilaste lennu kauguseks 25 km.

Vastus on õige! Võttes arvesse, et mesipuu raadiuse ja mesilaste lennu kauguse suhe võrdub tuuma ja aatomi mõõtmete suhtega (aatom on tuumast 1oo ooo korda suurem), saategi mesilaste lennu kauguseks 25 km.

Jätkake kaader 2-32.

---

2 - 31

Kui saite mesilaste lennu kauguseks väärtuse, mis pole toodud kaadris 2-27, siis olete arvatavasti unustanud tuuma ja aatomi mõõtmete suhte. Aatom on tuumast 1oo ooo korda suurem. Lahendage uuesti ülesanne kaadris 2 - 26.

---

2 - 32

Keemia seisukohalt on aatomi tähtsaimaks tunnuseks <u>tuumalaeng, mis võrdub prootonite arvuga tuumas.</u>

..... võrdub ..... arvuga aatomituumas.

---

tuumalaeng
prootonite

2 - 33

Elemendi, mille tuumalaeng on +9, aatomituumas on ..... prootonit.

9

2 - 34

Tuumalaengut tähistatakse tähega Z. Seda, et tuumalaeng võrdub 10, võib kirjutada lühidalt: ..... = 10.

Z

2 - 35

Aatom tervikuna on elektriliselt neutraalne ning prootoni ja elektroni laengud absoluutväärtuselt võrdsed. Järelikult peab elektronide arv aatomis võrduma ..... arvuga ja lõppkokkuvõttes ka tuumalaenguga.

---

prootonite

2 - 36

Elemendi aatom, mille tuumas on 13 prootonit (tuumalaeng + 13), sisaldab ka ..... elektroni.

---

2 - 37

Kuidas aga leida tuumalaengut ja seega ka prootonite ja elektronide arvu aatomis? Sellele küsimusele andis 1912.a.

13

vastuse inglise füüsik H. M o s e l e y (loe:mozli). Tänu ..... töödele sai võimalikuks mistahes keemilise elemendi aatomi koostisosade arvu leidmine.

---

2 - 38

..... uurimused näitasid, et tuumalaeng võrdub elemendi järjenumbriga perioodilisuse süsteemis. Järelikult

Moseley (loe:mozli)

võrdub elemendi ..... ka prootonite ja ..... arvuga aatomis.

---

2 - 39

Liitiumi järjenumber perioodilisuse süsteemis on 3 (Mendelejevi perioodilisuse süsteemi tabel asub õpiku lõpus). Liitiumi tuumalaeng on järelikult +3, kusjuures tuum sisaldab 3 prootonit. Aatomi elektrilise neutraalsuse tõttu on liitiumi aatomis ka ..... elektroni.

Moseley järjenumber elektronide

---

2 - 40

Lämmastiku järjenumber on 7. Lämmastiku tuumalaeng on järelikult .....

3

Prootoneid on lämmastiku aatomis..... ning elektrone samuti .....

---

2 - 41

Koobalti (Co) tuumalaeng on ..... Nii prootoneid kui ka elektrone on koobalti aatomis ..... Kasutage õpiku lõpus olevat Mendelejevi perioodilisuse süsteemi tabelit.

+7
7
7

---

2 - 42

Hõbeda tuumalaeng on ....., prootonite ja elektronide arv hõbeda aatomis võrdub .....

+27
27

---

2 - 43

Elemendi tuumalaeng, mille aatomi koostisse kuulub 20 prootonit, on ..... Tuumalaeng võrdub aga elemendi ..... perioodilisuse süsteemis. See element on .....

+47
47

---

2 - 44

Elemendi tuumalaeng, mille aatomi koostisse kuulub 76 prootonit, on ..... See element on .....

+20
järjenumbriga
kaltsium

---

2 - 45

Elemendi aatomis, mis sisaldab 12 elektroni, on ka ..... prootonit. Selle elemendi tuumalaeng on ..... Järelikult on see element .....

+76
osmium(Os)

---

12 +12 magneesium	2 - 46 Elemendi aatomis, mis sisaldab 60 elektroni, on ka ..... prootonit. See element on .....
60 neodüüm(Nd)	2 - 46
	M a s s i a r v 2 - 47 Aatomi mass on enam-vähem võrdne tuuma massiga, sest elektroni mass on tunduvalt (ligikaudu 1840 korda)..... nii prootoni kui ka ..... massist.
väiksem neutroni	2 - 48 Prootonite ja neutronite koguarvu aatomituumas nimetatakse massiarvuks. ..... võrdub prootonite ja neutronite arvuga.
massiarv	2 - 49 Massiarv määrab aatomituuma ja praktiliselt kogu aatomi massi. Aatomi mass sõltub seega ..... ja ..... arvust aatomituumas.
prootonite neutronite	2 - 50 Mida suurem on prootonite ja neutronite arv tuumas, seda suurem on ka .....

2 - 51

Elemendi massiarv, kui aatomituuma koostisse kuulub 11 prootonit ja 12 neutronit, on .....

massiarv (aatomi mass)

---

2 - 52

Elemendi massiarv, kui aatomituuma koostisse kuulub 24 prootonit ja 28 neutronit, on .....

23

---

2 - 53

Massiarvu tähistatakse tähega A. Seda, et elemendi massiarv on 9, võib kirjutada lühidalt: .....=9 .

52

---

2 - 54

Et elementide järjenumber annab tuumalaengu (s.o. ..... arvu), siis neutronite arv N_n võrdub massiarvu A (s.o. ..... + ... arv) ja tuumalaengu Z vahega.

A

---

2 - 55

Seda, et neutronite arv N_n võrdub massiarvu ja tuumalaengu vahega võib kirjutada ka valemina: N_n= ..... - .....

prootonite
prootonite
neutronite

---

2 - 56

Kui on teada tuumalaeng Z ja neutronite arv N_n, võib leida massiarvu A valemi

A
Z

A = ...

abil.

---

2 - 57

Fluori massiarv on 19 (s.o. täisarvuni ümardatud aatommass, aatommassid aga leiate Mendelejevi perioodilisuse süsteemi tabelist õpiku lõpus), tuumalaeng aga +9. Järelikult ..... arv on 10.

$Z + N_n$

---

2 - 58

Naatriumi massiarv on 23, tuumalaeng aga +11. Naatriumi aatomis on ..... elektroni, ... prootonit ja ..... neutronit.

neutronite

---

2 - 59

Broomi massiarv on ..... ning tuumalaeng ..... Järelikult on broomi aatomis ..... elektroni, ... prootonit ja ..... neutronit.

11
11
12

---

2 - 60

Vesiniku aatomis on elektronide arv ..... ,prootonite arv ..... ja neutronite arv .....

80
+35
35
35
45

---

2 - 61

1
1
0

Leida keemiline element massiarvuga 59, mille aatomi tuum sisaldab 31 neutronit.

---

2 - 62

Kas Teie arvates keemiline element massiarvuga 59, mille aatomi tuum sisaldab 31 neutronit, on:

1.Koobalt (Co) -jätkake kaader 2-63
2.Nikkel (Ni) -jätkake kaader 2-64
3.Mingi teine element -jätkake kaader 2-65

---

2 - 63

Teie vastus oli : Keemiline element massiarvuga 59 (tuum sisaldab seejuures 31 neutronit) on koobalt.

Teie vastus on vale! Koobalti massiarv on küll 59 (kui ümardame perioodilisuse süsteemis toodud aatommassi täisarvuni), kuid sama massiarv võib esineda veel ka mõnel teisel elemendil. Massiarv ei ole elemendi põhiliseks tunnuseks. Selleks on teatavasti tuumalaeng.

Vastus on ebaõige ka sellepärast, et pole täidetud ülesande teine tingimus. Koobalti tuumalaeng on +27. Neutronite arvu koobalti aatomis leiame seose $N_n = A-Z$ abil ja see on 32, mitte aga 31, nagu on nõutud ülesandes.

Leidke antud ülesandes kirjeldatud elemendi tuumalaeng ja selle alusel ka vastav element.

Pöörduge tagasi kaader 2-61.

---

2 - 64

Teie vastus oli: keemiline element massiarvuga 59 (tuum sisaldab seejuures 31 neutronit) on nikkel.

Teie vastus on õige! Nikli massiarv on 59, kui perioodilisuse süsteemis toodud nikli aatommass ümardada täisarvuni. Et massiarv 59 võib esineda veel mõnel teiselgi elemendil, siis tuli leida nikli tuumalaeng. Lahutades massiarvust neutronite arvu saite prootonite arvu (s.o. 28), mis võrdubki tuumalaenguga.

Jätkake kaader 2 - 66.

---

2 - 65

Kui saite vastuseks elemendi, mis kaadris 2-62 ei ole vastuste hulgas märgitud, siis olete ülesande lahendamisel eksinud.

Selgitame, kuidas seda ülesannet lahendada. Ülesandes on antud keemilise elemendi massiarv. Massiarv ei ole aga elemendi põhiliseks tunnuseks. Selleks on testavasti tuumalaeng. Kui massiarvust lahutate neutronite arvu, saate prootonite arvu. Prootonite arv võrdubki tuumalaenguga.Tuumalaengu alusel leiate otsitava elemendi perioodilisuse süsteemis.

Pöörduge tagasi kaader 2 - 61.

---

2 - 66

Leida keemiline element massiarvuga 40, mille aatomi tuum sisaldab 22 neutronit.

---

2 - 67

Kas Teie arvates keemiline element massiarvuga 40, mille aatomi tuum sisaldab 22 neutronit, on :

1. Kaltsium - jätkake küsimusega 2-68
2. Argoon - jätkake küsimusega 2-69
3. Mingi teine element - jätkake küsimusega 2-70

---

2 - 68

Teie vastus oli: keemiline element massiarvuga 40 (tuumas on seejuures 22 neutronit) on kaltsium.

Teie vastus on vale! Kaltsiumi massiarv on küll 40, kuid sama massiarv võib esineda ka veel mõnel teisel elemendil. Massiarv ei ole elemendi põhiliseks tunnuseks. Selleks on teatavasti tuumalaeng.

Vastus on ebaõige ka sellepärast, et pole täidetud ülesande teine tingimus. Kaltsiumi tuumalaeng on +20. Neutronite arvu kaltsiumi aatomis leiame seose $N_n = A-Z$ abil ja see on 20, mitte aga 22, nagu on ülesandes nõutud.

Leidke antud ülesandes kirjeldatud elemendi tuumalaeng ja selle alusel ka vastav element.

Pöörduge tagasi küsimusega 2 - 66.

---

2 - 69

Teie vastus oli: keemiline element massiarvuga 40 (tuumas on seejuures 22 neutronit) on argoon.

Teie vastus on õige! Argooni massiarv on 40. Massiarv ei ole aga elemendi põhiliseks tunnuseks. Selleks on teatavasti tuumalaeng. Kui lahutasite massiarvust neutronite arvu, saite prootonite arvu (s.o.18), mis võrdubki tuumalaenguga.

Jätkake kaader 2 - 71.

---

2 - 70

Kui saite vastuseks elemendi, mis kaadris 2-67 ei ole vastuste hulgas märgitud, siis olete ülesande lahendamisel eksinud.

Selgitame, kuidas seda ülesannet lahendada. Ülesandes on antud keemilise elemendi massiarv. Massiarv ei ole aga elemendi põhiliseks tunnuseks. Selleks on teatavasti tuumalaeng. Kui massiarvust lahutate neutronite arvu (on ülesandes antud), saate prootonite arvu. Prootonite arv võrdubki tuumalaenguga. Tuumalaengu alusel leiate otsitava elemendi perioodilisuse süsteemi tabelist.

Pöörduge tagasi kaader 2 - 66.

---

2 - 71

Antud tuumalaengu korral võib neutronite arv teatud piirides varieeruda. Näiteks süsiniku tuumalaeng on +6, neutroneid aga võib süsiniku aatomi tuumas olla kas 6 või 7. Sellepärast saame ka erinevad massiarvud - 12 või .....

13

2 - 72

Neutronite arvu muutumine kutsub esile ..... muutumise.

---

massiarvu (aatomi massi)

2 - 73

Vaatamata sellele, et neutronite arv võib muutuda, jääb ..... alati samaks.

---

tuumal[illegible]g (prootonite arv)

2 - 74

Ühe ja sama keemilise elemendi aatomeid, millel on ühesugune tuumalaeng, kuid erinev massiarv, nimetatakse isotoopideks. ..... on ühesugune tuumalaeng, kuid erinev massiarv.

---

isotoopidel

2 - 75

Ühe ja sama keemilise elemendi ..... erinevad neutronite arvu poolest.

---

2 - 76

Et ..... arvu muutumine ei põhjusta tuumalaengu muutumist, asuvad isotoobid perioodilisuse süsteemis samal kohal.

isotoobid

---

2 - 77

Nimetus "isotoop" tuleneb kreeka keele sõnadest isos - sama ja topos - koht. Niisiis viitab ka nimetus sellele, et ..... paiknevad perioodilisuse süsteemis samal kohal.

neutronite

---

2 - 78

Isotoope tähistatakse keemiliste elementide sümbolitega, millele lisatakse ülemise indeksina massiarv ja alumise indeksina tuumalaeng. Hapnikul on isotoobid massiarvudega 16, 17 ja 18, kusjuures hapniku tuumalaeng on +8. Hapniku isotoope tähistatakse järgmiselt: $^{16}_{8}O$, $^{17}_{8}O$,

.....

isotoobid

---

2 - 79

Vesinikul on isotoop massiarvuga 3 (kasutatakse ka lühendit vesinik -3). Et vesiniku tuumalaeng on 1, võib seda isotoopi tähistada .....

$^{18}_{8}O$

---

2 - 80

Naatriumi tuumalaeng on .....

Naatriumi isotoopi massiarvuga 24 ehk naatrium - 24 võib tähistada seega .....

$^{3}_{1}H$

+ 11 24 ^{Na} 11	2 - 81 Lämmastiku isotoopi massiarvuga 14 võib tähistada .....
^{14} ^{N} 7	2 - 82 Isotoopi süsinik - 13 võib tähistada .....
13 ^{C} 6	2 - 83 Erinev massiarv ühe ja sama keemilise elemendi isotoopidel on tingitud erinevast ..... arvust.
neutronite	2 - 84 Kloori isotoobi kloor -35 aatomi tuum sisaldab ..... prootonit (kloori tuumalaeng on +17) ja ..... neutronit.
17 18	2 - 85 Liitiumi isotoobi liitium -6 aatomi tuumas on ..... prootonit (tuumalaeng .....) ja ..... neutronit.
3 +3 3	2 - 86 Vesiniku isotoobi vesinik -1 aatomituumas on neutronite arv .....

2 - 87

Enamik keemilisi elemente on isotoopide segud. Tabelis 1 on toodud vesiniku isotoobid.

Tabel 1

Vesiniku isotoobid

Nimetus	Tähistus	Järjenumber	Tuumalaeng	Prootonite arv	Elektronide arv	Neutronite arv	Massiarv
Vesinik-1 prootium	$^{1}_{1}H$	1	1	1	1	0	1
Vesinik-2 deuteerium	$^{2}_{1}H$	1	1	1	1	1	2
Vesinik-3 triitium	$^{3}_{1}H$	1	1	1	1	2	3

Ka looduslik vesinik kujutab endast isotoopide .....

---

segu

2 - 88

Vesiniku isotoobid erinevad ..... arvu ja järelikult ka massiarvu poolest (vt. tabel 1).

---

neutronite

2 - 89

Vesiniku isotoobid on massiarvudega 1, ... ja .....

---

2 - 90

Kui mingi keemilise elemendi üks isotoop on suures ülekaalus, siis selle elemendi aatommass on lähedane täisarvule. Vesiniku, hapniku ja naatriumi puhul on üks isotoop tunduvas ülekaalus, mistõttu nende elementide aatommassid on väga lähedased .....

2
3

---

2 - 91

Kloori aatommass on aga 35,45. Põhjuseks on see, et kumbki kloori kahest ..... ei ole valdavas ülekaalus.

täisarvudele

---

2 - 92

Looduslik kloor sisaldab 75,4% isotoopi massiarvuga 35 ja 24,6% isotoopi massiarvuga 37 . Kloori keskmine aatommass on seega:

isotoobist

$$\frac{24{,}6 \cdot 37 + 75{,}4 \cdot 35}{100} = 35{,}45$$

Looduslik liitium sisaldab 92% isotoopi massiarvuga 7 ja 8% isotoopi massiarvuga 6. Liitiumi keskmine aatommass võrdub

$$\frac{\ldots\ldots\ldots\ldots + \ldots\ldots\ldots\ldots}{100} = 6{,}92$$

---

2 - 93

Aatommasside murdarvulisuse üheks põhjuseks (leidub ka veel teisi põhjusi) on see, et enamik keemilisi elemente on ..... segud.

92 . 7
8 . 6

---

2 - 94

isotoopide

Perioodilisuse süsteemis toodud aatommassid on aga ..... looduslike segude keskmised massiarvud.

---

2 - 95

isotoopide

Tuuma mass ja ehitus on oluline radioaktiivsuse ja teiste tuuma muundumiste seletamisel. Molekulide ehituse ja keemilise sideme seisukohalt on aga määravaks tuumalaeng, mis võrdub ka (ainult elementaarlaengu ühikutes) elektronide arvuga aatomis.

---

3. AATOMI ELEKTRONILINE EHITUS

Keemiliste elementide omadused korduvad perioodiliselt, prootonite (samuti ka elektronide) arv aatomis aga kasvab. Sellepärast on elementide omaduste selgitamisel vaja teada mitte ainult aatomi koostisosade arvu, vaid ka seda, kuidas aatom on nendest osakestest ehitatud. Et aatomituum keemilisel reaktsioonil ei muutu, siis huvitavad keemiat esmajoones elektronide liikumine ja paigutus aatomis ehk lühidalt öeldes - aatomi elektroniline ehitus. Selle küsimuse juurde me nüüd asumegi.

E l e k t r o n i p i l v

3 - 1

Elektronid liiguvad ümber aatomituuma kiirusega tuhandeid kilomeetreid sekundis. Elektronide liikumise kiirus on .....

---

3 - 2

(väga)suur

Suure liikumiskiiruse tõttu "täidaksid" elektronid nagu terve mingi ruumipiirkonna. Järelikult tuleb elektroni otsida mingist .....

---

3 - 3

ruumipiirkonnast (ruumiosast)

Elektronid liikudes selles ruumipiirkonnas moodustavad nagu negatiivselt laetud "pilve", mida ongi hakatud nimetama elektronipilveks. Seega moodustub elektronide liikumisel ümber aatomituuma .....

---

elektro-
nipilv

3 - 4

Kogu ..... on negatiivselt laetud.

---

elektro-
nipilv

3 - 5

Küsimus elektroni täpsest asukohast mingil ajamomendil on kaasaja teaduse seisukohalt mõttetu. Küll aga võib rääkida sellest, milline on elektroni esinemise sagedus ühes või teises väga väikeses ruumipiirkonnas aatomituuma ümber. Seal, kus elektronid liiguvad sagedamini, on elektronipilve tihedus suurem; seal, kus elektronid liiguvad harvemini, on ..... tihedus .....

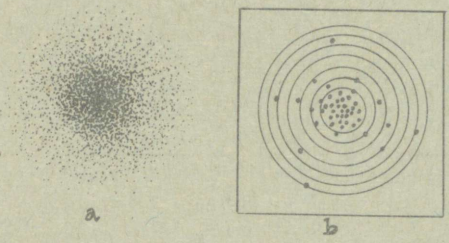
---

3 - 6

elektroni-
pilve

väiksem

Meie kujutlustele elektronipilve tihedusest vastab teatud määral laskevõistlustel kasutatud märkleht. Pärast paljukordset tulistamist võib tabamuste jaotuse järgi otsustada, kui edukalt üks või teine laskur võistlustel esines. Tabamuste tihedus on tavaliselt suurim märklehe ....., sest kõige sagedamini leidsid kuulid tee just sinna (vt. joon. 5).



Joon. 5. Vesiniku aatomi elektronipilv (a) ja võistlustel kasutatud märkleht (b)

---

3 - 7

keskel

Tabamuste tihedus märklehe äärtel on ....., sest sinna sattusid kuulid ..... (vt. joon. 5).

---

3 - 8

väiksem
harvemini
(harva)

Elektronipilve tihedus on suurem seal, kus elektronid liiguvad .....

---

sagedamini (sagedasti)	3 - 9 Elektronipilve tihedus on ..... seal, kus elektronid liiguvad harvemini.
väiksem	3 - 10 Elektronipilv ..... ühtlase tihedusega (vt. joon. 5).
ei ole	3 - 11 Nii nagu märklehel pole võimalik kindlaks teha, milline oli tabamuste järjekord, nii ka elektronipilve korral ei ole elektronide liikumistee täpselt määratav. Sellepärast räägitaksegi ainult elektronipilve .....
tihedusest	3 - 12 Kokkuvõte eelnevast on järgmine - ümber aatomituuma tiirlev ..... kujutab endast erineva tihedusega negatiivset laengupilve.
elektron	3 - 12

3 - 13

Peale liikumise ümber aatomituuma on elektronile iseloomulik ka seesmine liikumine. Piltlikumalt öeldes on see pöörlemine ümber oma telje. Seega võtab elektron üheaegselt osa ..... liikumisest.

---

kahest

3 - 14

Elektronid võivad pöörelda ümber oma telje kahes vastupidises suunas - kas kellaosuti liikumise suunas või ..... kellaosuti liikumise suunda.

---

vastu

3 - 15

Elektroni pöörlemist oma telje ümber nimetatakse spiniks. Niisiis on elektronil veel üks oluline omadus - .....

---

spin

3 - 16

Nimetus ..... on tulnud inglisekeelsest sõnast " spin ", mis tähendab "tiirlema " või "pöörlema".

---

spin

3 - 17

Elektroni seesmist liikumist iseloomustab siis .....

---

spin

3 - 18

Kui silmas pidada, et elektron võib pöörelda kahes vastupidises suunas, siis ka spinil võib olla kaks ..... suunda.

---

vastupidist

3 - 18

E l e k t r o n i p a a r

3 - 19

Vastassuunaliste (ehk vastasnimeliste) spinidega elektronide vahel on tõukumine väiksem kui samasuunaliste (ehk samanimeliste) spinidega elektronide vahel. Kaks ..... spiniga elektroni võivad asuda teineteisele lähemal kui kaks..... spiniga elektroni.

Vastassuunalise (ehk vastasnimelise)

Samasuunalise (ehk samanimelise)

3 - 2o

Kaks vastasnimelise spiniga elektroni moodustavad terviku, mida nimetatakse elektronipaariks. Seega sinult vastassuunaliste spinidega elektronide vahel saab tekkida .....

---

3 - 21

elektronipaar

Elektronipaar ei saa tekkida kahe ..... spiniga elektroni vahel.

---

3 - 22

samasuunalise (ehk samanimelise)

Süsiniku aatomi tuuma ümber tiirleb kuus elektroni, millest neli pöörlevad ühes suunas ja kaks nendega vastupidises suunas. Mitu elektronipaari võib maksimaalselt süsiniku aatomis moodustuda?

---

3 - 23

Kas Teie arvates võib süsiniku aatomis maksimaalselt moodustuda :

1. 2 elektronipaari - jätkake kaader 3-24
2. 3 elektronipaari - jätkake kaader 3-25
3. 4 elektronipaari - jätkake kaader 3-26

---

3 - 24

Teie vastus oli : süsiniku aatomis võib maksimaalselt moodustuda kaks elektronipaari.

Teie vastus on õige! Et elektronipaar võib moodustuda ainult kahe vastassuunalise spiniga elektroni vahel, siis jääb kaks süsiniku elektroni üksikuks.

Jätkake kaader 3 - 27.

---

3 - 25

Teie vastus oli : süsiniku aatomis võib maksimaalselt moodustuda kolm elektronipaari.

Teie olete eksinud! Elektronipaar võib moodustuda ainult kahe vastassuunalise spiniga elektroni vahel. Selleks, et süsiniku aatomis võiks tekkida kolm elektronipaari, peaks kolm elektroni olema ühesuunalise ja kolm elektroni vastassuunalise spiniga. Süsiniku aatomis on aga neli ühesuunalise ja kaks vastassuunalise spiniga elektroni.

Pöörduge tagasi küsimuse 3 - 22 ja lahendage ülesanne uuesti.

---

3 - 26

Teie vastus oli : süsiniku aatomis võib maksimaalselt moodustuda neli elektronipaari.

Teie olete eksinud! Et süsiniku aatomis võiks tekkida neli elektronipaari, peaks süsiniku aatomis olema vähemalt kaheksa elektroni (neli ühesuunalise ja neli vastassuunalise spiniga). Tegelikult on süsiniku aatomis kuus elektroni, millest neli on ühesuunalise ja kaks vastassuunalise spiniga.

Pöörduge tagasi küsimuse 3 - 22 ja lahendage ülesanne uuesti.

Elektroni orbitaal

3 - 27

Ruumipiirkonda, milles elektron liigub kõige sagedamini, nimetatakse elektroni orbitaaliks. Keemias räägitakse sageli, et elektron asub mingil elektroni.....

---

3 - 28

orbitaalil

Elektron, mis asub mingil elektroni orbitaalil, liigub kõige sagedamini ühes teatud .....

---

3 - 29

ruumipiirkonnas

Vastavalt meie kujutlustele moodustub elektroni liikumisel ümber aatomituuma negatiivne elektronipilv. Seega võib ka öelda, et elektroni orbitaal (edaspidi lihtsalt orbitaal) on ruumipiirkond, mille võtab enda alla .....

---

3 - 30

elektronipilv

Erinevat tüüpi orbitaalidel on see ruumipiirkond erineva kujuga. Järelikult sõltub elektronipilve kuju ..... tüübist.

---

3 - 31

Leidke, milline järgnev orbitaali mõiste määratlus on Teie arvates kõige täpsem.

orbitaali

1. Orbitaal on ruumipiirkond, milles liigub elektron - jätkake kaader 3 - 32.
2. Orbitaal on teatud kujuga ruumipiirkond - jätkake kaader 3 - 33.
3. Orbitaal on teatud kujuga ruumipiirkond, mille võib täita elektronipilv - jätkake kaader 3 - 34.

---

3 - 32

Teie arvates on orbitaal ruumipiirkond, milles liigub elektron.

Teie vastus on õige, kuid mitte päris täpne! Testavasti moodustub elektroni liikumisel ümber aatomituuma elektronipilv. Orbitaal on ruumipiirkond, mille täidab või võib täita elektronipilv.

Jätkake kaader 3 - 35.

---

3 - 33

Teie arvates on orbitaal teatud kujuga ruumipiirkond.

Teie vastus ei ole täpne! Orbitaal on selline ruumipiirkond, mille täidab või võib täita elektronipilv.

Jätkake kaader 3 - 35.

---

3 - 34

Teie arvates on orbitaal teatud kujuga ruumipiirkond, mille võib täita elektronipilv.

Teie vastus on täpne! Orbitaal on teatud kujuga ruumipiirkond, mille täidab või võib täita elektronipilv.

Jätkake kaader 3 - 35.

E l e k t r o n i d e a r v
o r b i t a a l i l

3 - 35

Ühele orbitaalile mahub maksimaalselt üks elektronipaar. Orbitaal on seega täidetud, kui sellel asub üks .....

---

elektronipaar

3 - 36

Mõnikord võib orbitaal jääda tühjaks. Sellisel juhul võib orbitaalile asuda kas üks elektron või .....

---

elektronipaar

3 - 37

Kui orbitaalil asub üks elektron, siis võib lisanduda veel .....

(üks)elektron

3 - 38

Lisanduv elektron peab tingimata olema ..... spiniga.

---

3 - 39

Orbitaalilt võivad elektronid ka lahkuda. Maksimaalselt võib ühelt orbitaalilt lahkuda .....

vastas-
suunalise

Elektronide arvu muutustest orbitaalil räägime pikemalt edaspidi, keemilise sideme selgitamisel.

---

3 - 4o

Kuidas võivad jaotuda boori viis elektroni viie orbitaali vahel, kui kolm elektroni on ühesuunalise spiniga? Eeldame, et moodustuvad kõik võimalikud elektronipaarid.

elektroni-
paar

---

3 - 41

Milline järgnev boori elektronide jaotus orbitaalidel ühtib Teie poolt leitud jaotusega?

1. Igal orbitaalil on üks elektron - jätkake kaader 3 - 42.
2. Ühel orbitaalil on elektronipaar, kolmel orbitaalil üks elektron ja üks orbitaal jääb tühjaks - jätkake kaader 3 - 43.
3. Kahel orbitaalil on elektronipaar, ühel orbitaalil on üks elektron ja kaks tühja orbitaali - jätkake kaader 3 - 44 .

---

3 - 42

Teie vastus oli : boori viis elektroni jaotuvad viie orbitaali vahel nii, et igal orbitaalil on üks elektron.

Teie olete eksinud! Boori viiest elektronist on kolm ühesuunalise ja järelikult kaks vastassuunalise spiniga. Seega võivad boori aatomis moodustuda elektronipaarid. Leidke võimalike elektronipaaride arv boori aatomis ja seejärel elektronide jaotus orbitaalidel.

Pöörduge tagasi küsimusse 3 - 4o.

---

3 - 43

Teie vastus oli: boori viis elektroni jaotuvad viie orbitaali vahel nii, et ühel orbitaalil on elektronipaar, kolmel orbitaalil üks elektron ja üks orbitaal jääb tühjaks.

Teie vastus ei ole täpne! Boori aatomis võib moodustuda rohkem kui üks elektronipaar, sest kolm elektroni on ühesuunalise ja kaks elektroni vastassuunalise spiniga. Leidke uuesti võimalike elektronipaaride arv boori aatomis ja seejärel elektronide jaotus orbitaalidel.

Pöörduge tagasi küsimusse 3 - 4o.

---

3 - 44

Teie vastus oli : boori viis elektroni jaotuvad viie orbitaali vahel nii, et kahel orbitaalil on elektronipaar, ühel orbitaalil on üks elektron ja kaks orbitaali jäävad tühjaks.

Teie vastus on õige! Boori aatomis on kaks elektronipaari, mis täidavad vastavalt kaks orbitaali. Viies elektron läheb ühele vabadest orbitaalidest, kusjuures kaks orbitaali jääb tühjaks.

Jätkake kaader 3 - 45.

---

3 - 45

Mitmele orbitaalile mahuvad naatriumi elektronid, kui viis neist on ühesuunalise, ülejäänud aga vastassuunalise spiniga?

---

3 - 46

Kas naatriumi elektronid mahuvad Teie arvates

1. viiele orbitaalile - jätkake kaader 3-47
2. kuuele orbitaalile - jätkake kaader 3-48
3. üheteistkümnele orbitaalile - jätkake kaader 3-49.

---

3 - 47

Teie vastus oli : naatriumi elektronid mahuvad viiele orbitaalile.

Teie olete eksinud! Naatriumi 11 elektroni (tuumalaeng + 11) ei mahu viiele orbitaalile,sest peale viie elektronipaari jääb üks elektron veel üksikuks.

Pöörduge tagasi kaader 3-45 ja lahendage ülesanne uuesti.

---

3 - 48

Teie vastus oli: naatriumi elektronid mahuvad kuuele orbitaalile.

Teie vastus on õige! Naatriumi aatomis on 11 elektroni (tuumalaeng + 11), millest viis on ühesuunalise spiniga. Viis elektronipaari täidab viis orbitaali, kuna üks elektron läheb kuuendale orbitaalile.

Jätkake kaader 3 - 50.

---

3 - 49

Teie vastus oli : naatriumi elektronid mahuvad üheteistkümnele orbitaalile.

Teie vastus ei ole õige! Naatriumi üheteistkümnest elektronist (tuumalaeng + 11) on viis ühesuunalise, ülejäänud aga vastassuunalise spiniga. Seetõttu moodustub naatriumi aatomis viis elektronipaari, kusjuures üks elektron jääb üksikuks.

Pöörduge tagasi kaader 3 - 45 ja lahendage ülesanne uuesti.

K v a n t a r v

3 - 50

Teooriat, mis uurib väga väikeste osakeste (elementaarosakesed, aatomituum, aatomid, molekulid) liikumise ja vastastikuse mõju seaduspärasusi, nimetatakse kvantmehhaanikaks. Niisiis teooria, mis kirjeldab aatomi ehitust, on .....

---

kvant- mehhaanika	3 - 51 ..... pandi alus käesoleva sajandi kahekümnendatel aastatel.
kvantmeh- haanikale	3 - 52 Meie jaoks on kvantmehhaanikast olulisim see, et elektroni liikumist saab kirjeldada arvude - kvantarvude abil. Elektroni liikumise iseloomu määravad .....
kvantarvud	3 - 53 Elektroni liikumise täpseks kirjeldamiseks on vajalikud neli ..... (peakvantarv, orbitaalikvantarv, magnetiline kvantarv ja spinikvantarv), millest meie käsitleme ainult kahte esimest.
kvantarvu	3 - 54 Kvantarvud määravad ka elektronipilve kuju. Seega sõltub elektronipilve kuju .....
kvantarvu- dest	3 - 54

3 - 55

Elektronil on energia nii liikumise kui ka oma asendi tõttu. Elektroni energia määrab peakvantarv. Elektroni energiavaru saab hinnata õigesti siis, kui on teada .....

---

peakvantarv

3 - 56

Peakvantarv võib omandada väärtusi 1,2,3,4, ... Seega on ..... väärtused täisarvud alates .....

---

peakvantarvu ühest

3 - 57

Peakvantarvu tähistatakse tähega n. Kõige väiksem ..... võimalik väärtus on 1 ehk valemi kujul kirjutades ..... =

---

peakvantarvu n=1

3 - 58

Kui n=1 , asuvad elektronid esimesel, kõige madalamal energianivool. Kui n = 2, asuvad elektronid ..... energianivool.

---

teisel

3 - 59

Teise energianivoo (n = 2) elektronide energiavaru on ..... kui esimese energianivoo elektronidel.

---

3 - 60

Kui elektronid asuvad kolmandal (n=3) ja neljandal (n = 4) energianivool, siis ..... energianivoo elektronide energia on suurem ..... energianivoo elektronide energiast.

suurem

---

3 - 60

neljanda
kolmanda

E l e k t r o n i k i h t

3 - 61

Elektronide kogu, mida iseloomustab üks ja sama peakvantarv, nimetatakse elektronikihiks. Ühe ja sama peakvantarvuga elektronid asuvad samas .....

---

3 - 62

Et kõikidel ühe elektronikihi elektronidel on enam-vähem ühesugune energia, siis ühtib ..... mõiste energianivoo mõistega.

elektroni-
kihis

---

3 - 63

Meie käsitluses räägitakse elektroni energiast vähe ja sellepärast on edaspidi rohkem kasutatud mõistet "elektronikiht" (ehk lihtsalt "kiht"). Lühiduse huvides on otstarbekohane kasutada terminit .....

elektroni-
kihi

---

3 - 64

"kiht"

Elektronikihte tähistatakse tavaliselt suurte tähtedega K, L, M, N, O, ..., mis vastavad peakvantarvu väärtustele 1,2,3,4,5, ... Esimese ehk K - kihi korral n = 1, teise ehk ..... - kihi korral n = 2, ... ehk ..... - kihi korral n = 3 jne.

---

3 - 65

L
kolmanda
M

Peakvantarv määrab niisiis ainult elektroni energianivoo (ehk kihi). Elektroni liikumise üksikasjalikumaks kirjeldamiseks on vajalikud ka teised kvantarvud.

O r b i t a a l i k v a n t a r v

3 - 66

Ühes ja samas kihis võivad elektronid liikuda erinevatel orbitaalidel. Orbitaali tüübi ja iseloomu määrab orbitaalikvantarv. See, millist tüüpi orbitaalid on võimalikud antud kihis, sõltub ..... väärtustest.

---

3 - 67

orbitaali-
kvantarvu

Orbitaalikvantarvu tähistatakse tähega l. Edaspidi kasutame sageli tähistust .....

---

3 - 68

l

Orbitaalikvantarv l võib omandada väärtusi 0,1,2,3, ..., (n-1). Nagu näha sõltuvad orbitaalikvantarvu väärtused ..... väärtustest.

---

peakvantarvu (n)

3 - 69

Kui n=1 , siis l = 0; kui n = 2, siis on võimalikud orbitaalikvantarvu väärtused l = 0 ja l = 1 ; kui n = 3, siis on võimalikud orbitaalikvantarvu väärtused l = ..., l = ... ja l = ...

0
1
2

3 - 70

Kui n = 4, siis orbitaalikvantarvu võimalikeks väärtusteks on ....., ..., ... ja .....

0
1
2
3

3 - 71

Eespool oli juttu sellest, et orbitaalikvantarvud määravad ..... tüübi.

---

orbitaali

3 - 72

Orbitaali tüüpe tähistatakse väikeste tähtedega s, p, d, f sõltuvalt orbitaalikvantarvu väärtustest järgmiselt:

kui l = 0 - s - orbitaal
kui l = 1 - p - orbitaal
kui l = 2 - d - orbitaal
kui l = 3 - .....- orbitaal

---

f	3 - 73 Õppige orbitaali tüüpide tähistus pähe! Kui l = 0, tähistatakse vastavat orbitaali tähega ....., kui l = 1 tähistatakse vastavat orbitaali tähega .....
s p	3 - 74 d - orbitaalide korral on orbitaalikvantarvu väärtuseks .....
2	3 - 75 Kui l = 3 tähistatakse vastavat orbitaali tähega .....
f	3 - 76 Üht tüüpi orbitaalide arvu m_o samas elektronikihis võib leida valemi $m_o = 2l+1$ abil, kus l tähistab .....
orbitaali-kvantarvu väärtust	3 - 77 Leiame näiteks p-tüüpi orbitaalide (ehk p-orbitaalide) arvu. Et p -orbitaalide korral l = 1, siis $m_o = 2 \cdot 1 + 1 = 3$. Seega p-orbitaalide arv samas kihis on .....
3	3 - 78 Leidke d - orbitaalide arv.

3 - 79

Kui Teie arvates on d - orbitaalide arv samas kihis

1. kolm - jätkake käsder 3 - 80
2. viis - jätkake käsder 3 - 81
3. seitse - jätkake käsder 3 - 82

---

3 - 80

Teie vastus oli : d - orbitaalide arv samas kihis on kolm.

Vastus ei ole õige! Olete ilmselt unustanud, et d- orbitaalidele vastab orbitaalikvantarvu väärtus kaks, mitte aga üks, nagu Teie vastusest ilmneb. Valemi m_o = 2 l + 1 abil arvutage d - orbitaalide arv samas kihis uuesti.

Pöörduge tagasi käsder 3 - 78.

---

3 - 81

Teie vastus oli : d - orbitaalide arv samas kihis on viis.

Teie vastus on õige! d - orbitaalide korral l = 2. Valemi m_o = 2 l + 1 abil saame leida d - orbitaalide arvu samas kihis, mis on viis.

Jätkake käsder 3 - 83.

---

3 - 82

Teie vastus oli : d-orbitaalide arv samas kihis on seitse.

Vastus ei ole õige! Olete ilmselt unustanud, et d - orbitaalidele vastab orbitaalikvantarvu väärtus kaks, mitte aga kolm, nagu Teie vastusest ilmneb. Valemi $m_o = 2\ l + 1$ abil arvutage d - orbitaalide arv samas kihis uuesti.

Pöörduge tagasi kaader 3 - 78 .

---

3 - 83

Mitu orbitaali on kokku esimeses kihis?

---

3 - 84

Kui esimeses kihis on Teie arvates kokku

1. üks orbitaal - jätkake kaader 3 - 85
2. kaks orbitaali-jätkake kaader 3 - 86
3. ei oska leida -jätkake kaader 3 - 87

---

3 - 85

Teie vastus oli : esimeses kihis on üks orbitaal.

Teie vastus on õige! Kui n = 1, siis orbitaalikvantarvu l ainsaks võimalikuks väärtuseks on null. Esimeses kihis on võimalik ainult üks orbitaalide tüüp (s.o. s - orbitaal). Valemi $m_o = 2\ l + 1$ abil leiame nende arvu, mis on üks.

Jätkake kaader 3 - 88.

---

3 - 86

Teie vastus oli : esimeses kihis on kaks orbitaali.

Teie vastus ei ole õige! Esimese elektronikihi korral n = 1. Kui n = 1, siis orbitaalikvantarvu ainsaks võimalikuks väärtuseks on null. Järelikult on esimeses kihis võimalik ainult üks orbitaalide tüüp (s.o. s-orbitaal). Valemi m_o=2 l + 1 abil saab leida s- orbitaalide arvu esimeses kihis.

Pöörduge tagasi kaader 3 - 83 ja lahendage ülesanne uuesti.

---

3 - 87

Teie ei oska ülesannet lahendada. Selgitame Teile siis veidi lähemalt, kuidas seda teha.

Esimese elektronikihi korral n = 1 . Kui n = 1 , siis orbitaalikvantarvu ainsaks võimalikuks väärtuseks on null. Järelikult on esimeses kihis võimalik ainult üks orbitaalide tüüp (s.o. s - orbitaal). Valemi m_o = 2 l + 1 abil saab leida s- orbitaalide arvu esimeses kihis. Pidage silmas, et antud juhul l = 0.

Pöörduge tagasi kaader 3 - 83 ja lahendage see ülesanne.

---

3 - 88

Mitu orbitaali on kokku teises kihis?

---

3 - 89

Kui teises kihis on Teie arvates kokku

1. kaks orbitaali - jätkake kaader 3-90
2. neli orbitaali - jätkake kaader 3-91
3. ei oska leida - jätkake kaader 3-92

---

3 - 90

Teie vastus oli : teises kihis on kokku kaks orbitaali.

Teie vastus ei ole täpne! Teises kihis on kahte tüüpi orbitaale, sest kui n = 2, siis on võimalikud l = 0 ja l = 1 (need on s- ja p- orbitaalid). Nüüd aga tuleb valemi $m_0 = 2l + 1$ abil leida nii s- kui ka p- orbitaalide arv teises kihis. Nende summa annab orbitaalide koguarvu teises kihis.

Pöörduge tagasi kaader 3-88 ja lahendage ülesanne uuesti.

---

3 - 91

Teie vastus oli: teises kihis on kokku neli orbitaali.

Teie vastus on õige! Kui n = 2, siis on võimalikud l = 0 ja l = 1. Seega on teises kihis kahte tüüpi orbitaale (s- ja p- orbitaalid). Valemi $m_0 = 2l+1$ abil saab leida nii s- kui ka p- orbitaalide arvu teises kihis. Nende summa annabki orbitaalide koguarvu teises kihis, mis on neli (üks s- ja kolm p- orbitaali).

Jätkake kaader 3-93.

---

3 - 92

Teie ei oska ülesannet lahendada. Selgitame Teile siis veidi lähemalt, kuidas seda teha.

Teise elektronikihi korral n=2. Kui n=2, siis on võimalikud l = 0 ja l=1. Järelikult on teises kihis võimalikud nii s- kui ka p- orbitaalid. s- orbitaalide arvu saame, kui asendame valemis m_o=2l+1 orbitaalikvantarvu l tema vastava väärtusega (s- orbitaalide korral l=0). p- orbitaalide arvu saame, kui asendame valemis m_o=2 l + 1 orbitaalikvantarvu l tema vastava väärtusega (p- orbitaalide korral l = 1). s- ja p- orbitaalide arvu summa võrdubki orbitaalide koguarvuga teises kihis.

Pöörduge tagasi kaader 3-88 ja lahendage ülesanne.

---

s- o r b i t a a l

3 - 93

Kui n=1, siis orbitaalikvantarvu ainsaks võimalikuks väärtuseks on .....

---

3 - 94

null

Valemist m_o = 2 l + 1 järeldub,et esimeses kihis on ainult ..... orbitaal.

---

3 - 95

Esimeses kihis on s- orbitaal, sest l=0 . Elektrone, mis asuvad sellel orbitaalil, nimetatakse s- elektronideks. Seega on esimeses kihis ainult ..... - elektronid.

üks

---

3 - 96

Üks s- orbitaal on igas elektronikihis, sest üheks orbitaalikvantarvu võimalikuks väärtuseks mistahes n korral on null. Kõikides kihtides on üks .....

s

---

3 - 97

Eristamise mõttes nimetatakse esimese kihi s- orbitaali 1s- orbitaaliks, teise kihi s- orbitaali 2s- orbitaaliks, kolmanda kihi s- orbitaali ..... orbitaaliks, neljanda kihi s- orbitaali ..... - orbitaaliks jne.

s- orbitaal

---

3 - 98

Kui kasutada täpsemat terminoloogiat, siis võib öelda, et esimeses kihis on ..... - orbitaal.

3s
4s

---

3 - 99

Et ühele orbitaalile mahub maksimaalselt kaks elektroni (s.o. elektronipaar), siis on esimeses kihis ..... elektroni. Need on ..... - elektronid.

1s

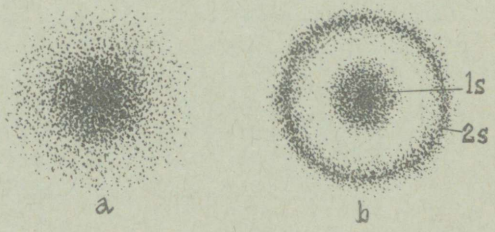
---

3 - 1oo

s- orbitaali elektronipilv on kera-kujuline (vt. joon. 6), kusjuures 2s- or-bitaal on tuumast ..... kui 1s-orbitaal.

kaks

s



Joon. 6. 1s- orbitaal (a) ja 2s- orbitaal(b)

---

3 - 1o1

s- orbitaalil on sarnasus kiiresti pöörleva propelleriga (kas lennuki või ventilaatori omaga). Peamine erinevus seisab selles, et propeller pöörleb tasa-pinnal ja moodustab pöörlemisel ringi. Elektron liigub aga ruumis, moodustades liikumisel kerapinna. Elektronide liiku-misel tekib alati ruumiline kujund, mis s- elektronide korral on ..... - kujuline.

kaugemal

---

3 - 1o1

kera -

---

p- o r b i t a a l

3 - 1o2

Kui n=2, on orbitaalikvantarvu võimalikeks väärtusteks null ja .....

üks

3 - 1o3

Seega on teises kihis peale s- orbitaali ka teist tüüpi orbitaale. Need on p- orbitaalid. Teises kihis on niisiis s- ja ..... - orbitaalid.

---

p

3 - 1o4

Elektrone, mis asuvad p- orbitaalidel, nimetatakse p- elektronideks. Peale s- elektronide on teises kihis ka .....

---

p- elektronid

3 - 1o5

Valemi $m_o = 2\,l + 1$ abil leiame, et p- orbitaale on .....

---

kolm

3 - 1o6

Kui silmas pidada, et ühele orbitaalile mahub maksimaalselt kaks elektroni (s.o. elektronipaar), siis kolmele p- orbitaalile mahub maksimaalselt ..... elektroni.

---

3 - 107

kuus

Alates teisest elektronikihist on igas kihis kolm p- orbitaali, sest üheks orbitaalikvantarvu väärtuseks juhul kui $n \geqslant 2$ on üks. Ka kolmandas ja neljandas kihis on kolm .....

---

3 - 108

p- orbitaali

Teise kihi p- orbitaale nimetatakse 2p - orbitaalideks, kolmanda kihi p- orbitaale ..... - orbitaalideks, neljanda kihi p- orbitaale ..... jne.

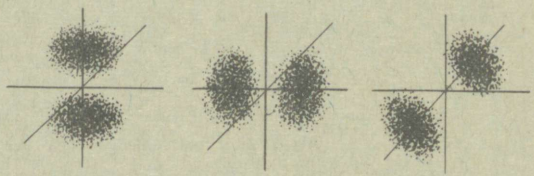
---

3 - 109

p- elektronide liikumisel moodustub ruumiline kujund, mis sarnaneb pöörleva kaheksaga (vt. joon. 7).

3p

4p -orbitaalideks



Joon. 7. p- orbitaalid

Selliseid kaheksaid on ....., kusjuures nad on ruumis erinevalt orienteeritud.

---

kolm

3 - 110

Mitu elektroni võib maksimaalselt asuda teises kihis?

---

3 - 111

Kui teises kihis võib Teie arvates maksimaalselt asuda

1. kuus elektroni - jätkake kaader 3-112
2. kaheksa elektroni-jätkake kaader 3-113
3. ei oska vastata - jätkake kaader 3-114

---

3 - 112

Teie vastus oli: teises kihis võib maksimaalselt asuda kuus elektroni.

Teie olete eksinud! Kolmele 2p - orbitaalile mahub küll maksimaalselt kuus elektroni, kuid peale p- orbitaalide on teises kihis ka veel üks s- orbitaal (s.o. 2s - orbitaal).

Pöörduge tagasi kaader 3 - 11o ja lahendage ülesanne uuesti.

---

3 - 113

Teie vastus oli: teises kihis võib maksimaalselt asuda kaheksa elektroni.

Teie vastus on õige! Ühele 2s - orbitaalile mahub maksimaalselt kaks elektroni, kolmele 2p - orbitaalile mahub maksimaalselt kuus elektroni. Seega kokku võib teises kihis olla 8 elektroni.

Jätkake kaader 3 - 115.

---

3 - 114

Teie ei oska ülesannet lahendada. Selgitame Teile siis veidi lähemalt, kuidas seda teha.

Teises kihis on võimalikud s- ja p- orbitaalid (kui n = 2, siis l = 0 ja l = 1). Valemi $m_0 = 2l + 1$ abil leiame, et s- orbitaale on teises kihis üks, p- orbitaale aga kolm. Seega kokku neli orbitaali. Ühele orbitaalile mahub maksimaalselt kaks elektroni (s.o. elektronipaar).

Pöörduge tagasi küsimuse 3 - 11o juurde ja lahendage ülesanne.

---

d- j a f- o r b i t a a l i d

3 - 115

Kui n = 3, siis on võimalikud orbitaalikvantarvu väärtused l = 0, l = ... ja l = ...

---

3 - 116

Järelikult on kolmandas kihis peale ühe s- orbitaali ja kolme p- orbitaali ka d- orbitaalid. Kolmandas kihis on niisiis s-, ... - ja ..... - orbitaalid.

---

3 - 117

Kolmanda kihi d- orbitaale nimetatakse 3d- orbitaalideks, neljanda kihi d- orbitaale nimetatakse ..... jne.

---

3 - 118

4d- orbitaalideks

Valemi $m_o = 2\,l + 1$ põhjal on d-orbitaalide (siin $l = 2$) arv ühes kihis .....

---

viis

3 - 119

Mitu orbitaali on kokku kolmandas kihis?

---

3 - 12o

Kui kolmandas kihis on Teie arvutuse järgi

1. viis orbitaali - jätkake käsder 3-121
2. kaheksa orbitaali - jätkake käsder 3-122
3. ühekss orbitaali - jätkake käsder 3-123
4. ei oska vastata - jätkake käsder 3-124

---

3 - 121

Teie vastus oli: kolmandas kihis on kokku viis orbitaali.

Teie olete eksinud! Kolmandas kihis on küll viis d- orbitaali, kuid peale selle on ka veel kolm p- orbitaali ja üks s- orbitaal. Kui olete unustanud s- ja p-orbitaalide arvu kihis, siis valemi $m_o = 2\,l + 1$ abil saate selle alati leida.

Pöörduge tagasi käsder 3 - 119 ja lahendage ülesanne uuesti.

---

3 - 122

Teie vastus oli : kolmandas kihis on kokku kaheksa orbitaali.

Teie vastus ei ole õige! Olete unustanud, et peale viie d- ja kolme p- orbitaali on kolmandas kihis ka üks s- orbitaal. Pidage meeles, et igas kihis on üks s- orbitaal!

Pöörduge tagasi kaader 3 - 119 ja lahendage ülesanne uuesti.

---

3 - 123

Teie vastus oli: kolmandas kihis on kokku üheksa orbitaali.

Teie vastus on õige! Kolmandas kihis on viis d- orbitaali, kolm p- orbitaali ja üks s- orbitaal. Seega kokku üheksa orbitaali.

Jätkake kaader 3 - 125.

---

3 - 124

Teie ei oska ülesannet lahendada. Selgitame Teile siis veidi lähemalt, kuidas seda teha.

Kolmandas kihis on võimalikud s- , p- ja d- orbitaalid, sest kui n = 3, siis on võimalikud l = 0, l = 1 ja l = 2. d- orbitaale on kolmandas kihis viis, p- orbitaale kolm ja s- orbitaale üks. Kui olete unustanud s- ja p- ja d- orbitaalide arvu kihis, siis valemi $m_0 = 2\,l + 1$ abil saate selle alati leida.

Pöörduge tagasi kaader 3 - 119 ja lahendage ülesanne.

---

3 - 125

Kui n = 4, siis on võimalikud orbitaalikvantarvu väärtused l = 0, l = 1, l = ... ja l = ...

---

3 - 126

Seega lisanduvad neljandas kihis s-, p- ja d- orbitaalidele ka f- orbitaalid.

2

Neljandas kihis on s-, p-, ... -

3

ja ..... - orbitaalid.

---

3 - 127

Valemi $m_0 = 2l + 1$ põhjal on f-

d

orbitaalide (siin l = ...) arv

f

ühes kihis .....

---

3 - 128

3

Mitu orbitaali on kokku neljandas

seitse

kihis?

---

3 - 129

Kui neljandas kihis on Teie arvutuse järgi

1. 7 orbitaali - jätkake käsder 3 - 130
2. 12 orbitaali - jätkake käsder 3 - 131
3. 16 orbitaali - jätkake käsder 3 - 132
4. ei oska vastata - jätkake käsder 3 - 133

---

3 - 130

Teie vastus oli: neljandas kihis on kokku seitse orbitaali.

Teie olete eksinud! Neljandas kihis on küll seitse f- orbitaali, kuid peale selle on ka veel viis d- orbitaali, kolm p- orbitaali ja üks s- orbitaal. Kui olete unustanud s-, p- ja d- orbitaalide arvu kihis, siis valemi $m_0 = 2\ l + 1$ abil saate selle alati leida.

Pöörduge tagasi kaader 3 - 128 ja lahendage ülesanne uuesti.

---

3 - 131

Teie vastus oli: neljandas kihis on kokku 12 orbitaali.

Teie vastus ei ole õige! Olete unustanud, et peale seitsme f- ja viie d- orbitaali on neljandas kihis ka kolm p- ja üks s- orbitaal. Pidage meeles, et igas kihis on üks s- orbitaal ning alates teisest kihist on igas kihis ka kolm p- orbitaali!

Pöörduge tagasi kaader 3 - 128 ja lahendage ülesanne uuesti.

---

3 - 132

Teie vastus oli: neljandas kihis on kokku 16 orbitaali.

Teie vastus on õige! Neljandas kihis on seitse f- orbitaali, viis d- orbitaali, kolm p- orbitaali ja üks s- orbitaal. Seega kokku 16 orbitaali.

Jätkake kaader 3 - 134.

---

3 - 133

Teie ei oska ülesannet lahendada. Selgitame Teile siis veidi lähemalt, kuidas seda teha.

Neljandas kihis on võimalikud s-, p-, d- ja f- orbitaalid, sest kui n = 4, siis l = 0, l = 1, l = 2 ja l = 3. f- orbitaale on neljandas kihis seitse, d- orbitaale viis, p- orbitaale kolm ja s- orbitaale üks. Kui olete unustanud s-, p-, d- ja f- orbitaalide arvu kihis, siis valemi $m_o = 2l+1$ abil saate selle alati leida.

Pöörduge tagasi küsimuse 3 - 128 ja lahendage ülesanne.

---

3 - 134

Neljandas elektronikihis on üks s- orbitaal, kolm p- orbitaali, ... d- orbitaali ja ..... f- orbitaali. Seega on neljandas kihis kokku ..... orbitaali.

---

3 - 135

viis seitse 16

Et ühele orbitaalile mahub maksimaalselt kaks elektroni (s.o. elektronipaar), siis neljandas kihis võib maksimaalselt olla ..... elektroni.

---

3 - 136

Nii d- kui ka f- elektronide liikumisel moodustunud ruumilised kujundid on palju keerulisemad kui s- ja p- elektronide korral. Neid orbitaale on piltlikult raske ette kujutada, sest d- ja f- elektronide liikumisel moodustunud ..... kujundid on väga .....

32

---

ruumilised
keerulised

3 - 136

E l e k t r o n i d e a r v k i h t i d e s

3 - 137

Meil on teada, et orbitaalikvantarvu l väärtused näitavad, millist tüüpi..... on võimalikud antud kihis.

---

3 - 138

Valemi m_o = ... abil saab leida igat tüüpi orbitaalide arvu.

orbitaalid

---

3 - 139

Samuti on teada, et igale orbitaalile mahub maksimaalselt üks .....

2 l + 1

---

elektroni-
paar

Eeltoodut silmas pidades võib arvutada elektronide maksimaalse arvu kõikides kihtides. Vastav arvutuskäik on esitatud tabelis 2. Täitke see tabel iseseisvalt lõpuni!

Tabel 2

Elektronide arv kihtides

Peakvant-arv n	1	2		3			4			
Orbitaali-kvantarv l	0	0	1	0	1	2	0	1	2	3
Orbitaali tüüp	s	s	p	s	p	d	...	...	...	...
Orbitaalide arv (m_o=2l+1)	1	1	3	1	3	5	...	...	...	...
Elektronide arv vastaval orbitaalil	2	2	6	...	...	...	...	...	...	...
Elektronide arv kihis	2	... 8		... 18 ...			... 32 ...			

3 - 141

Tabel 2

Elektronide arv kihtides

Peakvantarv n	1	2		3			4			
Orbitaalikvantarv l	0	0	1	0	1	2	0	1	2	3
Orbitaali tüüp	s	s	p	s	p	d	s	p	d	f
Orbitaalide arv (m_o=2l+1)	1	1	3	1	3	5	1	3	5	7
Elektronide arv vastaval orbitaalil	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14
Elektronide arv kihis	2	8		18			32			

Seega võib maksimaalselt olla esimeses kihis 2 elektroni, teises kihis ..... elektroni, kolmandas kihis ..... elektroni ja neljandas kihis ..... elektroni.

8
18
32

---

3 - 142

Elektronide arv kihis ($N_{\bar{e}}$) on iga n väärtuse korral leitav ka valemi $N_{\bar{e}} = 2\,n^2$ abil. Esimese kihi korral on n väärtuseks üks, teise kihi korral ..... jne.

---

kaks

3 - 143

Kui olete unustanud elektronide maksimaalse võimaliku arvu ühes või teises kihis, siis valem $N_{\bar{e}}$ = ... abil saate selle kiiresti leida.

$2\ n^2$

3 - 144

Näiteks leiame elektronide arvu kolmandas kihis. Sel juhul n = 3, ning $N_{\bar{e}} = 2.$ ..... = 18 .

3^2

3 - 145

Nendele õpilastele, kes tunnevad käsitletavate küsimuste vastu sügavamat huvi, esitame ka valemi $N_{\bar{e}} = 2\ n^2$ tuletuskäigu. Valemi $N_{\bar{e}} = 2\ n^2$ tuletuskäiguga võiksid tutvuda ka need, kes on kaassõpilastest tunduvalt ette jõudnud. Valemi tuletuskäik on toodud kaadris 3 - 146.

Teised õpilased jätkaku õppimist kaadrist 4 - 1.

Üht tüüpi orbitaalide arvu kihis annab teatavasti valem $m_o = 2l+1$. Alates teisest kihist on aga võimalikud mitut tüüpi orbitaalid. Orbitaalide koguarvu (N_{orb}) leidmiseks tuleb kõikide orbitaalide arvud liita. Seega

$$N_{orb} = \underset{l=0}{(2l+1)} + \underset{l=1}{(2l+1)} + \underset{l=2}{(2l+1)} + \ldots + \underset{l=n-1}{(2l+1)}$$

Et igale orbitaalile mahub maksimaalselt üks elektronipaar, tuleb elektronide arvu $N_{\bar{e}}$ leidmiseks kihis orbitaalide koguarv N_{orb} korrutada kahega:

$$N_{\bar{e}} = 2\left[\underset{l=0}{(2l+1)} + \underset{l=1}{(2l+1)} + \underset{l=2}{(2l+1)} + \ldots + \underset{l=n-1}{(2l+1)}\right]$$

Asendame nüüd suuruse l tema võimalike väärtustega

$$N_{\bar{e}} = 2\left[(2.0+1)+(2.1+1)+(2.2+1)+\ldots+(2n-2+1)\right]$$

ja avame sulud

$$N_{\bar{e}} = 2\left[1 + 3 + 5 + \ldots + 2n-1\right]$$

Saadud sulgavaldise summa võrdub selle avaldise esimese liikme (s.o. 1) ja viimase liikme (s.o. 2n - 1) poolsummaga, mis on korrutatud avaldise liikmete arvuga. Liikmete arv on n, sest l võib omandada väärtused 0, 1, 2, ..., n-1.

$$N_{\bar{e}} = 2\,\frac{(1+2n-1).\,n}{2}$$

Viimast avaldist on võimalik lihtsustada (ühed murru lugejas koonduvad, kahed taanduvad). Seega saamegi $N_{\bar{e}} = 2\,n^2$.

Järkake kaader 4 - 1.

Orbitaalide täitumise järjekord

4 - 1

Selgitame nüüd, millises järjekorras täituvad orbitaalid, kui elektronide arv aatomis kasvab. Selleks on oluline teada orbitaalide energiat. Niisiis huvitab meid edaspidi orbitaalide .....

---

4 - 2

energia

Orbitaalide energia määravad kvantarvude n ja l väärtused. Seega sõltub orbitaalide energia ..... ja ..... väärtustest.

---

4 - 3

n
l

Mida suurem on summa n+l väärtus, seda suurem on ka ..... energia.

---

4 - 4

orbitaali(de)

Väiksema energiavaruga orbitaalide korral on ka summa ..... väärtused .....

---

4 - 5

n + 1
väiksemad

Elektronid püüavad alati täita kõigepealt madalama energiavaruga orbitaale. Järelikult täidavad elektronid esmalt need orbitaalid, mille korral summa ..... väärtused on väiksemad.

---

4 - 6

n + l

Summa n + l võrdsete väärtuste korral täitub enne väiksema n (ja järelikult suurema l) väärtusega orbitaal. Mitmest ühesuguse n+l väärtusega orbitaalist täitub esimesena väikseima ..... väärtusega orbitaal.

---

4 - 7

n

Näiteks selgitame kumb teise kihi orbitaalidest täitub enne kas 2s - või 2p - orbitaal.
2s - orbitaal: n=2 ja l =.....n+l=2
2p - orbitaal: n=2 ja l =.....n+l=3

---

4 - 8

0
1

Arvutus näitab, et energiavarult on madalam ..... - orbitaal, mistõttu täitub see enne.

---

4 - 9

2s

Summa n + l väärtus kolm on võimalik kahel juhul: kui n = 2 ja l = 1(s.o. 2p - orbitaal), ning kui n = 3 ja l = 0 (s.o. 3s- orbitaal). Niisugusel juhul täituvad enne ..... kui väiksema n ja suurema l väärtusega orbitaalid.

---

4 - 10

2p- orbitaalid

Selgitage arvutuse abil, milline antud orbitaalidest täitub enne, kas 5p või 6s.

---

4 - 11

Kui Teie arvutuse põhjal täitub enne

1. 5p - orbitaal - jätkake kaader 4 - 12.
2. 6s - orbitaal - jätkake kaader 4 - 13

---

4 - 12

Teie vastus oli: enne täitub 5p - orbitaal.

Teie vastus on õige! Nii 5p- kui ka 6s- orbitaali korral on summa n + l väärtused võrdsed.

5p - orbitaal : n=5 ja l = 1 n+l = 6

6s - orbitaal : n=6 ja l = 0 n+l = 6.

Sellisel juhul täituvad enne 5p - orbitaalid kui väiksema n väärtusega orbitaalid.

Jätkake kaader 4 - 14.

---

4 - 13

Teie vastus oli : enne täitub 6s-orbitaal.

Teie olete eksinud! Selleks, et leida kumb orbitaalidest täitub enne, tuleb kõigepealt arvutada summa n+l väärtused mõlema orbitaali jaoks.

5p -orbitaal : n=5 ja l=1 n+l=6

6s -orbitaal : n=6 ja l=0 n+l=6

Summa n+l võrdsete väärtuste korral täitub teistavasti enne väiksema n (ja järelikult suurema l) väärtusega orbitaal.

Pöörduge tagasi küsimuse 4-11 ja lahendage ülesanne uuesti.

Kõiki eeltoodud põhimõtteid arvesse võttes võib kindlaks määrata orbitaalide täitumise järjekorra kogu perioodilisuse süsteemi ulatuses. Kõige mugavam on seda teha tabeli kujul. Tabeli koostame nii, et peakvantarvu n igale võimalikule väärtusele vastab tabelis üks rida; orbitaalikvantarvu l igale võimalikule väärtusele aga üks veerg. Seejuures kujutab tabeli iga rida elektronikihti, iga veerg aga üht orbitaalide tüüpi (vt. tabel 3).

Tabel 3

Orbitaalide täitumise järjekord

Orbitaalid (tüüp) / Elektroni-kihid	l = 0 s 2	l = 1 p 6	l = 2 d 10	l = 3 f 14
K : (n=1)	1s			
L : (n=2)	2s	2p		
M : (n=3)	3s	3p	3d	
N : (n=4)	4s	4p	4d	4f
O : (n=5)	5s	5p	5d	5f
P : (n=6)	6s	6p	6d	
Q : (n=7)	7s	7p		

Joonistage tabel 3 antud kujul oma vihikutesse!

4 - 15

Tabeli 3 esimene rida kujutab ..... elektronikihti, tabeli teine rida ..... elektronikihti jne.

---

4 - 16

esimest
teist

Tabeli 3 esimene veerg kujutab ..... -orbitaale, tabeli teine veerg .....-orbitaale jne.

---

4 - 17

s
p

Vaatame nüüd lähemalt, millises järjekorras täituvad orbitaalid summa n+l kasvades. Summa n+l väikseimaks võimalikuks väärtuseks on 1, mis saadakse n=1 ja l=0 korral (s.o. 1s- orbitaal).Järelikult täitub ..... -orbitaal esimesena.

---

4 - 18

1s

Kirjutage tabeli 3 vastavasse lahtrisse ..... - orbitaali täitumise järjekorra number 1.

---

4 - 19

Orbitaalid (tüüp) / Elektroni-kihid	l=0 s 2	l=1 p 6	l=2 d 1o	l=3 f 14
K: (n=1)	1. 1s			

Summa n+l järgmine võimalik väärtus on 2, mis saadakse samuti sinult ühel juhul ja nimelt siis, kui n=2 ja l=0 (s.o. 2s- orbitaal). Seepärast täitub järjekorras teisena .....

4 - 20

2s- orbitaal

Kirjutage tabeli 3 vastavasse lahtrisse ..... täitumise järjekorra number 2.

4 - 21

Orbitaalid (tüüp) / Elektroni-kihid	l=0 s 2	l=1 p 6	l=2 d 1o	l=3 f 14
K:(n=1)	1. 1s			
L:(n=2)	2. 2s	2p		

Summa n+l väärtuse 3 saame kahel juhul, siis kui n=2 ja l=1 (s.o. 2p -orbitaal) ning siis, kui n=3 ja l=0 (s.o. 3s- orbitaal). Et ühesuguse n+l väärtuse korral täituvad kõigepealt väiksema n väärtusega orbitaalid, siis antud juhul täitub enne ..... - ja siis .....- orbitaal.

4 - 22

Kirjutage tabeli 3 vastavatesse lahtritesse ..... - ja ..... - orbitaalide täitumise järjekorra numbrid 3 ja 4.

2p
3s

---

4 - 23

Orbitaalid (tüüp) / Elektroni-kihid	l = 0 s 2	l = 1 p 6	l = 2 d 1o	l = 3 f 14
K : (n=1)	1. 1s			
L : (n=2)	2. 2s	3. 2p		
M : (n=3)	4. 3s	3p	3d	

Ka summa n+l väärtus 4 on võimalik kahel juhul, siis kui n=3 ja l=1 (s.o. 3p-orbitaal), ning siis kui n=4 ja l=0(s.o. 4s- orbitaal). Et ühesuguse n+l väärtuse korral täituvad kõigepealt väiksema n väärtusega orbitaalid, siis antud juhul täitub enne ..... - ja siis .....-orbitaal.

---

4 - 24

Kirjutage tabeli 3 vastavatesse lahtritesse ..... - ja .....-orbitaalide täitumise järjekorra numbrid 5 ja 6.

3p
4s

Orbitaalid (tüüp) / Elektroni-kihid	l = 0 s 2	l = 1 p 6	l = 2 d 1o	l = 3 f 14
K: (n=1)	1. 1s			
L: (n=2)	2. 2s	3. 2p		
M: (n=3)	4. 3s	5. 3p	3d	
N: (n=4)	6. 4s	4p	4d	4f

Nagu näitab tabel, jäävad kolmanda kihi .....- orbitaalid esialgu tühjaks, ning elektronid asuvad hoopis neljanda kihi ..... - orbitaalile.

---

d
s

4 - 26
Elektronid täidavad enne neljanda kihi s- orbitaali sellepärast, et ..... - varult on 4s -orbitaal madalam kui 3d - orbitaal.

---

energia

4 - 27
Summa n+l väärtus 5 on võimalik kolmel juhul: kui n=3 ja l=2 (s.o. 3d-orbitaal), kui n=4 ja l=1 (s.o. 4p- orbitaal), ning kui n=5 ja l=0 (s.o. 5s- orbitaal). Seitsmendana täitub seejuures .....-, kaheksandana ..... ja üheksandana .....-orbitaal.

---

4 - 28

3d
4p
5s

Kirjutage tabeli 3 vastavatesse lahtritesse .....-, ...- ja .....- orbitaalide täitumise järjekorra numbrid 7,8 ja 9.

---

4 - 29

3d
4p
5s

Analoogiliselt arutledes võib täita tabeli lõpuni, mis annabki väikeste eranditega orbitaalide täitumise järjekorra kõikide keemiliste elementide jaoks.

Tabel 3

Orbitaalide täitumise järjekord

Orbitaalid (tüüp) / Elektroni-kihid	l=0 s 2	l=1 p 6	l=2 d 10	l=3 f 14
K : (n=1)	1. 1s			
L : (n=2)	2. 2s	3. 2p		
M : (n=3)	4. 3s	5. 3p	7. 3d	
N : (n=4)	6. 4s	8. 4p	10. 4d	13. 4f
O : (n=5)	9. 5s	11. 5p	14. 5d	17. 5f
P : (n=6)	12. 6s	15. 6p	18. 6d	
Q : (n=7)	16. 7s	19. 7p		

4 - 30

Kirjutame näiteks tabeli 3 abil välja orbitaalide täitumise järjekorra esimese nelja kihi jaoks: 1s 2s 2p 3s 3p 4s 4p

Jätke see orbitaalide täitumise järjekord meelde!

---

4 - 31

Tabeli 3 põhjal saab teha ka mõned olulised järeldused.

Perioodi number ühtib peakvantarvuga ning näitab elektronikihtide arvu aatomis.

3d

Esimese perioodi elementide aatomites asuvad elektronid ühes kihis, teise perioodi elementide aatomites asuvad elektronid ..... kihis, kolmanda perioodi elementide aatomites asuvad elektronid ..... kihis jne.

---

4 - 32

kahes
kolmes

Süsiniku aatomis paiknevad elektronid ..... kihis, alumiiniumi aatomis aga ..... kihis.

---

4 - 33

kahes
kolmes

Alates kolmandast perioodist ..... täitu elektronikihid lõpuni mitte kohe, vaid teatud hilinemisega.

---

4 - 34

ei

Nii näiteks jäävad kolmanda kihi d- orbitaalid esialgu täitmata, ning elektronid asuvad enne neljanda kihi ..... -orbitaalile (vt. tabel 3). Alles seejärel täituvad ka 3d- orbitaalid.

---

4 - 35

(4)s

Neljandas kihis jäävad esialgu täitmata nii .....- kui ka..... -orbitaalid (vt. tabel 3).

---

4 - 36

(4)d

(4)f

4d- orbitaalid täituvad pärast ..... orbitaali, 4f- orbitaalid aga alles pärast .....-orbitaali täitumist (vt. tabel 3).

---

4 - 37

5s

6s

Seni kui täituvad eelnevate kihtide täitmata jäänud d- ja f- orbitaalid, on välises elektronikihis 2 elektroni - see on täidetud ..... - orbitaal (vt. tabel 3).

---

4 - 38

Et hilinemisega täituvatele orbitaalidele vastavad <u>kõrvalalarühma elemendid, on reeglina nende välises elektronikihis 2 elektroni, erandjuhtudel üks elektron.</u> Viimasteks on vask, kroom, molübdeen ja mõned teised elemendid. Vase, kroomi ja molübdeeni aatomite väliskihis on niisiis ..... elektron.

s

---

4 - 39

Ka skandium (Sc), titaan (Ti) ja vanaadium (V) kuuluvad kõrvalalarühma. Nende elementide aatomite väliskihis on aga ..... elektroni, sest need elemendid ei ole .....

üks

---

4 - 4o

<u>Välises elektronikihis ei saa olla rohkem kui 8 elektroni,</u> sest pärast p-orbitaalide täitumist toimub alati järgmise kihi ..... -orbitaali täitumine (vt. tabel 3).

kaks erandid

---

4 - 41

Kui väliskihi üks s- ja kolm p-orbitaali on täidetud, siis asubki väliskihis ..... elektroni.

s

---

4 - 42

8

Eelviimases elektronikihis ei saa olla rohkem kui 18 elektroni, sest pärast d- orbitaalide täitumist toimub järgmise kihi .....- orbitaalide täitumine. Seejärel asuvad elektronid ülejärgmise kihi .....- orbitaalile (vt. tabel 3).

---

4 - 43

p
s

Seega võib eelviimases kihis olla maksimaalselt üks täidetud s-, kolm täidetud p- ja viis täidetud d- orbitaali, kuhu mahub kokku ..... elektroni.

---

4 - 44

18

Pidage meeles, et aatomi väliskihis võib olla maksimaalselt ..... elektroni, eelviimases kihis aga maksimaalselt ..... elektroni.

---

4 - 45

8
18

Peaalarühma elementidel võrdub väliskihi elektronide arv rühmanumbriga, sest peaalarühma elementidele vastab väliskihi s- ja p- orbitaalide täitumine. Iga lisanduv elektron asub .....-kihti.

---

4 - 46

Et kloor asub seitsmenda rühma peaalarühmas, siis on kloori aatomi väliskihis ka seitse elektroni. Alumiinium asub kolmanda rühma peaalarühmas - alumiiniumi aatomi väliskihis on ..... elektroni.

välis-

---

4 - 47

Magneesiumi aatomi väliskihis on ..... elektroni, fosfori aatomi väliskihis on ..... elektroni.

3

---

4 - 47

2
5

E l e k t r o n k o n f i g u r a t s i o o n i d

4 - 48

Elektronide jaotust orbitaalidel nimetatakse antud aatomi elektronkonfiguratsiooniks. Paljude aine ehitusega seotud küsimuste lahendamiseks on vajalik teada, milline on elektronide jaotus orbitaalidel ühe või teise elemendi aatomis ehk milline on ühe või teise elemendi aatomi .....

---

4 - 49

elektron-konfiguratsioon

Kui on teada orbitaalide täitumise järjekord (või oskame seda leida) ja võimalik maksimaalne elektronide arv üht või teist tüüpi orbitaalil, võib kergesti koostada erinevate keemiliste elementide aatomite .....

---

4 - 5o

elektron-konfiguratsioone

Elektronkonfiguratsioonides tähistatakse elektronikihid numbritega, mille järele märgitakse tähtedega orbitaalid. Seega näitab tähtede ees seisev number, millisesse ..... vastav orbitaal kuulub.

---

4 - 51

(elektroni) kihti

Tähtede ülemised indeksid näitavad elektronide arvu vastaval orbitaalil. Nii näitab antud juhul ($3d^4$) ülemine indeks 4, et 3d- orbitaalil on ..... elektroni.

---

4 - 52

neli

Elektronkonfiguratsioonist $1s^1$ võib välja lugeda, et esimese kihi s- orbitaalil on üks elektron; elektronkonfiguratsioon $1s^2\ 2s^1$ aga näitab, et esimese kihi s- orbitaalil on ..... elektroni, ... kihi s- orbitaalil aga ..... elektron.

---

kaks
teise
üks

4 - 53

Elektronkonfiguratsioonist $1s^2\ 2s^2\ 2p^1$ nähtub, et esimese kihi s- orbitaalil on kaks elektroni, teise kihi s-orbitaalil ..... elektroni ja ..... kihi p- orbitaalil ..... elektron. Seega on vastava elemendi aatomis kokku ..... elektroni.

---

kaks
teise
üks
viis

4 - 54

Elemendi aatom, mille elektronkonfiguratsioon on $1s^2\ 2s^2\ 2p^3$, sisaldab ..... elektroni.

7

4 - 55

Elemendi aatom, mille elektronkonfiguratsioon on $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^3$, sisaldab ..... elektroni. See element on .....

15
fosfor

4 - 56

Elektronkonfiguratsioon $1s^2\ 2s^2 2p^5$ kuulub ..... aatomile.

---

fluori

4 - 57

Koostame nüüd alumiiniumi aatomi elektronkonfiguratsiooni. Alumiiniumi aatomis on 13 elektroni (järjenumber 13). Kaks neist täidavad esimese kihi s- orbitaali - 1s.....

---

4 - 58

Kaheksast teises kihis asuvast elektronist täidavad kaks 2s- orbitaali, kuus aga kolm 2p - orbitaali - $2s^2$ 2 .....

2

---

4 - 59

Ülejäänud kolmest elektronist täidab kaks kolmanda kihi s- orbitaali, kuna üks elektron läheb 3p- orbitaalile - $3s^2$ .....

p^6

---

4 - 60

Kirjutame nüüd elektronide jaotuse orbitaalidel ühte ritta ning saamegi alumiiniumi aatomi elektronkonfiguratsiooni:

$1s^2$ $2s^2$ $2p^6$ .....

1.kiht 2.kiht 3.kiht

$3p^1$

---

4 - 61

Süsiniku aatom sisaldab 6 elektroni, mis jaotuvad orbitaalidel järgmiselt: $1s^2$ $2s^2$ .....

$3s^2$ $3p^1$

---

4 - 62

Väävli aatomis on 16 elektroni. Väävli aatomi elektronkonfiguratsioon on järgmine:

$1s^2$ $2s^2$ $2p^6$ .....

$2p^2$

---

4 - 63

Kloori aatomi ..... elektroni jaotuvad orbitaalidel järgmiselt:

$3s^2\ 3p^4$

$1s^2$ .....

---

4 - 64

Paremaks ülevaate saamiseks elektronide jaotusest orbitaalidel kujutatakse orbitaale mõnikord ruudukestena ja elektrone nooltena. Vastupidise spiniga elektrone kujutatakse ..... - suunaliste nooltena.

17

$2s^2\ 2p^6$

$3s^2\ 3p^5$

---

4 - 65

Alumiiniumi aatomi elektronide paigutus sellises kujutuses on järgmine:

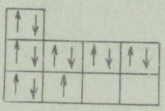
vastas-

Al

1. kiht $1s^2$

2. kiht $2s^2\ 2p^6$

3. kiht $3s^2\ 3p^1$



Antud skeemil vastab igale..... üks ruuduke ja igale ..... üks nool.

---

4 - 66

Viimati esitatud skeemi koostamisel tuleb silmas pidada, et <u>kui võimalik, asuvad elektronid üht tüüpi orbitaalidel alati ühe kaupa.</u> Põhjus on selles, et ühel ja samal orbitaalil asuvate negatiivselt laetud elektronide vahel mõjub elektrostaatiline .....-jõud.

orbitaalile elektronile

---

4 - 67

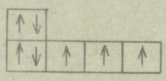
Näitena selle kohta toome lämmastiku aatomi elektronkonfiguratsiooni (lämmastiku järjenumber on 7):

tõuke- $1s^2$ $2s^2$ $2p^3$

1.kiht 2.kiht

N 1.kiht $1s^2$

2.kiht $2s^2$ $2p^3$



Skeemilt on näha, et ..... -orbitaalidel paiknevad elektronid ..... kaupa.

---

4 - 68

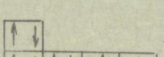
Hapniku aatomi elektronkonfiguratsioon on $1s^2$ $2s^2$ $2p^4$. Joonistage vastav skeem ruudukeste ja noolte abil!

p
ühe

---

4 - 69

Milline järgmistest hapniku aatomi elektronkonfiguratsiooni skeemidest on Teie arvates täpsem:

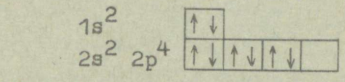
1. $1s^2$ $2s^2$ $2p^4$  jätkake käsder 4-70

2. $1s^2$ $2s^2$ $2p^4$ jätkake käsder 4-71

---

4 - 7o

Teie arvates on hapniku aatomi elektronkonfiguratsiooni skeem järgmine:



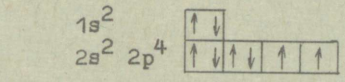
Teie vastus ei ole täpne! Olete unustanud reegli: kui võimalik, asuvad elektronid üht tüüpi orbitaalidel alati ühe kaupa. Antud juhul on see võimalus olemas, sest üks p- orbitaal on tühi.

Pöörduge tagasi kaader 4-68 ja joonistage hapniku aatomi elektronkonfiguratsiooni skeem uuesti.

---

4 - 71

Teie arvates on hapniku aatomi elektronkonfiguratsiooni skeem järgmine:



Teie vastus on õige! Võimaluse korral jäävad elektronid üht tüüpi orbitaalidel alati paarituiks.

Jätkake kaader 4-72.

---

4 - 72

Kooli keemiakursuse raames ei ole alati vajalik aatomite elektronilise ehituse nii täpne esitus, kui seda on elektronkonfiguratsioonid. On täiesti piisav, kui esitame elektronide jaotuse kihtides. Seda võib teha skemaatiliselt, s.o. elektroniliste skeemide abil. Niisiis saab elektronide jaotust kihtides esitada ..... skeemidena.

---

elektroniliste

4 - 73

Kui elektronkonfiguratsioonide koostamisel oli aluseks elektronide jaotus orbitaalidel, siis ..... skeemide koostamisel on aluseks elektronide jaotus .....

---

elektroniliste kihtides

4 - 74

Üldjuhul tuleb keemilise elemendi aatomi elektronilise skeemi koostamisel toimida järgmiselt: leida kõigepealt elektronide arv antud elemendi aatomis, mille annab elemendi järjenumber. Esimese sammuna elemendi aatomi elektronilise skeemi koostamisel tuleb siis leida ..... arv antud elemendi aatomis.

---

elektro-
nide

4 - 75

Järgmisena tuleb leida elektronikihtide arv, mille määrab perioodi number. Teise sammuna elemendi aatomi elektronilise skeemi koostamisel tuleb siis leida, mitme ..... vahel antud elemendi aatomi elektronid jaotuvad. Selle määrab..... number.

(elektro-
ni) kihi
perioodi

4 - 76

Järgmise sammuna elemendi aatomi elektronilise skeemi koostamisel tuleb kindlaks teha, kas antud element kuulub pea- või kõrvalalarühma. Mendelejevi perioodilisuse süsteemi abil saab kergesti leida, kas element kuulub pea või .....

---

kõrvalala-
rühma

4 - 77

Pealarühma elementidel võrdub väliskihi elektronide arv rühma numbriga, ülejäänud kihid täituvad järjekorras. Seejuures tuleb silmas pidada, et eelviimases elektronikihis võib olla maksimaalselt 18, väliskihis aga ..... elektroni. Väliskihi elektronide arv pealarühma elementidel võrdub .....-numbriga.

---

8 rühma-	4 - 78 Kõrvalalarühma elementidel on väliskihis kaks või erandjuhul (Cu, Cr, Mo)üks elektron, mis tuleb kõigepealt paigutada väliskihile. Seejärel tuleb täita sisemised kihid, ning viimasena eelviimane elektronikiht. Kõrvalalarühma elementidele vastabki testavasti eelviimase kihi täitumine, kusjuures väliskihis on samal ajal kas ..... elektroni või siis erandjuhul ..... elektron.
kaks üks	4 - 79 Selgitame aatomite elektroniliste skeemide koostamist ka näidete varal. Räni (Si) aatomis on ..... elektroni (järjenumber 14).
14	4 - 8o Need 14 elektroni on jaotunud kolme kihti, sest räni asub ..... perioodis.
kolmandas	4 - 81 Et räni asub neljanda rühma peaalarühmas, on tema aatomi välises elektronikihis ..... elektroni.
neli	4 - 82 Räni aatomi sisemised kihid on täidetud. See tähendab, et esimeses kihis on kaks elektroni ja teises kihis ..... elektroni.

4 - 83

Kui kujutada elektronikihte kaartena, siis räni aatomi elektroniline skeem on järgmine:

8

Si : + 14 2) 8) .....).....

---

4 - 84

Vaatame veel elektronide paigutust ka kroomi aatomis. Kroomi aatomis on ..... elektroni (järjenumber .....).

4

---

4 - 85

Kroomi 24 elektroni on jaotunud ..... kihti, sest kroom asub ..... perioodis.

24

24

---

4 - 86

Et kroom kuulub kõrvalalarühma, peaks tema väliskihis olema ..... elektroni. Kroom on aga erand, mistõttu tema väliskihis on ..... elektron.

neljandas

neljandas

---

4 - 87

Kroomi aatomi väliskihis on 1 elektron, esimeses kihis 2, teises kihis 8, ning järelikult kolmandas, s.o. eelviimases kihis ülejäänud elektronid. Neid on .....

kaks

üks

---

4 - 88

Kui kujutame jälle elektronikihte kaartena, siis kroomi aatomi elektroniline skeem on järgmine:

13

Cr : +24 2) 8).....).....)

---

4 - 89

13
1

Leidke vase aatomi elektroniline skeem!

---

4 - 90

Millise järgneva vase aatomi elektronilise skeemiga ühtib Teie poolt koostatud vase aatomi elektroniline skeem?

1.Cu: +29 2) 8) 18) 1) -jätkake kaader 4-91
2.Cu: +29 2) 8) 17) 2)-jätkake kaader 4-92
3.Ei oska veel elektronilisi skeeme koostada - jätkake kaader 4-93

---

4 - 91

Teie poolt koostatud vase aatomi elektroniline skeem oli järgmine:

Cu : + 29 2) 8) 18) 1)

Teie vastus on õige! Vase 29 elektroni on jaotunud nelja kihti. Et vask kuulub esimese rühma kõrvalalarühma, peaks tema väliskihis olema küll 2 elektroni, kuid vask on erand ja sellepärast on tema aatomi väliskihis 1 elektron.

Jätkake kaader 4 - 94.

---

4 - 92

Teie poolt koostatud vase aatomi elektroniline skeem oli järgmine:

Cu : +29 2) 8) 17) 2)

Teie olete eksinud! Et vask kuulub esimese rühma kõrvalalarühma, siis peaks tema aatomi väliskihis tõepoolest olema 2 elektroni. Vask on aga erand, ning vase aatomi väliskihis asub üks elektron.

Pöörduge tagasi kaader 4 - 89 ja leidke vase aatomi elektroniline skeem uuesti.

---

4 - 93

Teie ei oska veel elektronilisi skeeme koostada. Selgitame Teile siis veidi lähemalt, kuidas seda teha.

1. Vase aatomis on 29 elektroni (järjenumber 29).
2. Vase aatomi 29 elektroni on jaotunud nelja kihti, sest vask asub neljandas perioodis.

   Cu : + 29))))
3. Et vask kuulub esimese rühma kõrvalalarühma, peaks tema aatomi väliskihis olema 2 elektroni. Vask on aga erand ja tema aatomi väliskihis on 1 elektron.

   Cu : +29))) 1)
4. Vase aatomi esimeses kihis on 2 elektroni, teises kihis 8 elektroni ja kolmandas, s.o. eelviimases kihis ülejäänud elektronid.

   Cu : + 29 2) 8)) 1)

   Pöörduge tagasi kaader 4 - 89 ja leidke vase aatomi elektroniline skeem.

---

4 - 94

Leidke broomi aatomi elektroniline skeem!

---

4 - 95

Millise järgneva broomi aatomi elektronilise skeemiga ühtib Teie poolt koostatud broomi aatomi elektroniline skeem?

1.Br: +35 2) 8) 24) 1)jätkake kaader 4-96

2.Br: +35 2) 8) 23) 2)jätkake kaader 4-97

3.Br: +35 2) 8) 18) 7)jätkake kaader 4-98

---

4 - 96

Teie poolt koostatud broomi aatomi elektroniline skeem oli järgmine:

Br : +35 2) 8) 24) 1)

Vastus ei ole õige! Teie poolt koostatud broomi aatomi elektronilise skeemi järgi peaks broom asuma kõrvalalarühmas ja kuuluma seejuures ersndite hulka. Tegelikult asub broom seitsmenda rühma peaalarühmas, ning broomi aatomi väliskihis on järelikult 7 elektroni.

Teie poolt koostatud skeemil on veel teinegi oluline puudus. Nimelt võib eelviimases kihis olla maksimaalselt 18 elektroni (Teil aga on 24 !).

Pöörduge tagasi kaader 4 - 94 ja leidke broomi aatomi elektroniline skeem uuesti.

---

4 - 97

Teie poolt koostatud broomi aatomi elektroniline skeem oli järgmine:

Br : +35 2) 8) 23) 2)

Vastus ei ole õige! Teie poolt koostatud broomi aatomi elektronilise skeemi järgi peaks broom kuuluma kõrvalalarühma. Tegelikult asub broom seitsmenda rühma peaalarühmas, ning broomi aatomi väliskihis on järelikult 7 elektroni.

Teie poolt koostatud skeemil on veel teinegi oluline puudus. Nimelt võib eelviimases kihis olla maksimaalselt 18 elektroni (Teil aga on 23!).

Pöörduge tagasi kaader 4-94 ja leidke broomi aatomi elektroniline skeem uuesti.

---

4 - 98

Teie poolt koostatud broomi aatomi elektroniline skeem oli järgmine:

Br : +35 2) 8) 18) 7)

Teie vastus on õige! Et broom asub seitsmenda rühma peaalarühmas, on tema aatomi väliskihis 7 elektroni.

Jätkake kaader 4 - 99.

---

4 - 99

Leidke krüptooni (Kr) aatomi elektroniline skeem!

---

4 - 100

Millise järgmise krüptooni aatomi elektronilise skeemiga ühtib Teie poolt koostatud krüptooni aatomi elektroniline skeem?

1.Kr: +36 2) 8) 25) 1) -jätkake kaader 4-101

2.Kr: +36 2) 8) 24) 2) -jätkake kaader 4-102

3.Kr: +36 2) 8) 18) 8) -jätkake kaader 4-103

---

4 - 101

Teie poolt koostatud krüptooni aatomi elektroniline skeem oli järgmine:

Kr : +36 2) 8) 25) 1)

Vastus ei ole õige! Teie poolt koostatud krüptooni aatomi elektronilise skeemi järgi peaks krüptoon asuma kõrvalalarühmas ja kuuluma seejuures erandite hulka.

Peale selle on Teie poolt koostatud skeemil veel teinegi oluline puudus. Nimelt võib eelviimases kihis olla maksimaalselt 18 elektroni (Teil on aga 25 !). Krüptoon kuulub väärisgaaside hulka, ning kõik tema aatomi elektronikihid on täidetud.

Pöörduge tagasi kaader 4 - 99 ja leidke krüptooni aatomi elektroniline skeem uuesti.

---

4 - 102

Teie poolt koostatud krüptooni aatomi elektroniline skeem oli järgmine:

Kr : +36 2) 8) 24) 2)

Vastus ei ole õige! Teie poolt koostatud krüptooni aatomi elektronilise skeemi järgi peaks krüptoon asuma kõrvalalarühmas.

Peale selle on Teie koostatud skeemil veel teinegi oluline puudus. Nimelt võib eelviimases kihis olla maksimaalselt 18 elektroni (Teil on aga 24!). Krüptoon kuulub väärisgaaside hulka, ning kõik tema aatomi elektronikihid on täidetud.

Pöörduge tagasi kaader 4 - 99 ja leidke krüptooni aatomi elektroniline skeem uuesti.

---

4 - 103

Teie poolt koostatud krüptooni aatomi elektroniline skeem oli järgmine:

Kr : +36 2) 8) 18) 8)

Teie vastus on õige! Krüptooni aatomil on kõik elektronikihid täidetud.

Jätkake kaader 4 - 104.

---

4 - 1o4

Aatomi ehituse põhjal võib üles ehitada kogu Mendelejevi keemiliste elementide perioodilisuse süsteemi. Kuidas seda teha, selgitame väikeste perioodide näitel. Alustame esimesest perioodist, mille elementidele vastab ..... elektronikihi täitumine.

---

4 - 1o5

esimese

Peakvantarvu n väärtusel 1 on orbitaalikvantarvu l sinsaks võimalikuks väärtuseks 0. Esimeses kihis on seega ainult üks ..... -orbitaal ehk täpsemalt üks ..... -orbitaal.

---

4 - 1o6

s
1s

Nii vesiniku ainus kui ka heeliumi kaks elektroni mahuvad ..... -orbitaalile.

H $1s^1$ ↑

He ....

---

4 - 1o7

1s
$1s^2$
↑↓

Esimese kihi ainus orbitaal on nüüd täidetud. Järelikult on esimeses perioodis vaid ..... elementi - vesinik ja heelium.

---

4 - 107

kaks

Teine periood

4 - 108

Peakvantarvu väärtusel 2 on orbitaalikvantarvu võimalikeks väärtusteks ..... ja .....

---

4 - 109

0
1

Järelikult lisanduvad teises kihis s- orbitaalile veel .....-orbitaalid, mille arv on kolm.

---

4 - 110

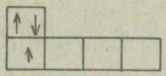
p

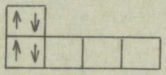
Et ühele s- ja kolmele p- orbitaalile mahub kokku kaheksa elektroni, siis on teises perioodis ..... elementi.

---

4 - 111

Teine periood algab leelismetalli liitiumiga ja lõpeb inertgaasi neooniga.

Li $1s^2 2s^1$ 

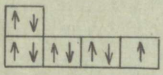
Be $1s^2 2s^2$ 

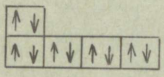
kaheksa

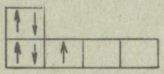
B $1s^2 2s^2 2p^1$ .....

.

.

F ..... 

Ne $1s^2 2s^2 2p^6$ 



$1s^2 2s^2 2p^5$

4 - 111

K o l m a s p e r i o o d

4 - 112

Peakvantarvu väärtusel 3 võib orbitaalikvantarv omandada väärtused 0, ... ja .....

---

4 - 113

1 Kolmandas kihis on võimalikud üks
2 s-orbitaal (s.o. 3s- orbitaal), kolm p-orbitaali (s.o. .....-orbitaal) ja viis d-orbitaali (s.o. ..... -orbitaal).

---

4 - 114

Eeltoodud järjekorras kolmanda kihi orbitaalid ei täitu, sest energia poolest on kolmanda kihi d-orbitaal kõrgem kui neljanda kihi s-orbitaal. Sellepärast asuvad
3p
3d elektronid pärast 3s- ja 3p -orbitaalide täitumist enne ..... -orbitaalile, ning alles seejärel .....- orbitaalile.

---

4 - 115

Seega on kolmandas perioodis samuti ainult kaheksa elementi nagu teiseski
4s
3d perioodis, mitte aga ..... nagu orbitaalide koguarvu põhjal võis oodata.

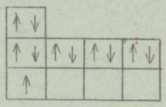
---

4 - 116

Kolmas periood algab naatriumi ja magneesiumiga ning lõpeb kloori ja argooniga.

18

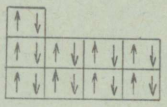
Na $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^1$



P .....

.....

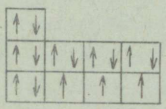
Ar $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6$



---

4 - 117

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$



Nagu eespool märgitud, asuvad elektronid pärast 3p-orbitaali täitumist 4s- orbitaalile. Sellepärast järgnevad argoonile perioodilisuse süsteemis neljanda perioodi elemendid kaalium, kaltsium ja skandium. Kaaliumi elektronkonfiguratsioon on seejuures järgmine:

$1s^2\ 2s^2 2p^6\ 3s^2$ .....

---

4 - 117

$3p^6\ 4s^1$

---

4 - 118

Vaatame veidi lähemalt leelismetallide aatomite elektronkonfiguratsioone

Li $1s^2$ $2s^1$

Na $1s^2$ $2s^2$ $2p^6$ $3s^1$

K $1s^2$ $2s^2$ $2p^6$ $3s^2$ $3p^6$ $4s^1$

Leelismetallidel on välises elektronikihis ..... s- elektron.

---

4 - 119

üks

Niisiis on kõikidel leelismetallidel sarnane .....- kihi ehitus.

---

4 - 12o

välis-

Väliskihi sarnase ehituse tõttu on ka leelismetallide omadused .....

---

4 - 121

Tuumalaengu suurenedes kaugeneb väliskihi s- elektron tuumast ja on seetõttu tuumaga nõrgemini seotud. Väliskihi s- elektroni erinev kaugus tuumast põhjustab leelismetallide ..... keemilise aktiivsuse.

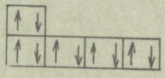
sarnased

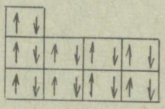
---

4 - 122

Vaatame nüüd inertgaaside (ehk väärisgaaside) aatomite elektronkonfiguratsioone.

He $1s^2$ 

Ne $1s^2$ $2s^2$ $2p^6$ 

Ar $1s^2$ $2s^2$ $2p^6$ $3s^2$ $3p^6$ 

Inertgaaside aatomites on igal orbitaalil ....., kusjuures ka ..... -kiht on täidetud.

erineva

---

4 - 123

Inertgaaside keemiline inertsus on tingitud nende aatomite ..... elektronikihi ehitusest.

elektroni-
paar
väli-

---

4 - 124

Tänapäeval on juba saadud inertgaaside ühendeid happiku, fluori ja mõnede teiste keemiliste elementidega. Nii ei ole ka ..... absoluutselt inertsed.

välise

---

4 - 125

inertgaasid (väärisgaasid)

Keemiliste elementide omaduste kordumise põhjuseks ongi välise elektronikihi ehituse perioodiline ....., kui elemendid on asetatud ritta tuumalaengu kasvu järjekorras.

---

4 - 126

kordumine

Kokkuvõtteks võib sõnastada ka perioodilisusseaduse aatomi ehituse alusel. Elementide ja nende ühendite omadused on perioodilises sõltuvuses tuumalaengust.

Seega on elementide ja nende ühendite omaduste suhtes määravaks .....

---

4 - 127

tuumalaeng

Võrrelge halogeenide aatomite elektronkonfiguratsioone ja leidke, mis on ühist nende aatomite ehituses.

---

4 - 128

Milline järgnev väide iseloomustab Teie arvates kõige täpsemalt halogeenide aatomite ehitust?

1. väliskiht ei ole täidetud - jätkake kaader 4-129
2. väliskihis on seitse elektroni - jätkake kaader 4-130
3. väliskihis on kaks s- ja viis p- elektroni - jätkake kaader 4-131
4. väliskihis on üks paardumata p-elektron - jätkake kaader 4-132

---

4 - 129

Teie arvates on halogeenide aatomitele ühine see, et väliskiht ei ole täidetud.

Teie vastus on väga ebatäpne! Väliskiht on täidetud ainult inertgaaside aatomites. Teistel elementidel on see suuremal või vähemal määral alati täitmata. Täpse vastuse leidmiseks tuleb koostada halogeenide aatomite elektronkonfiguratsioonid (fluori aatomi elektronkonfiguratsioon on $1s^2\ 2s^2\ 2p^5$, kloori aatomi elektronkonfiguratsioon $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^5$ jne.).

Pöörduge tagasi kaader 4 - 127 ja leidke täpne vastus.

---

4 - 130

Teie arvates on halogeenide aatomitele ühine see, et väliskihis on seitse elektroni.

Teie vastus ei ole päris täpne! Halogeenide aatomite väliskihis on küll 7 elektroni, kuid on ju teada, et ühes ja samas kihis võivad elektronid asuda erinevatel orbitaalidel. Täpse vastuse leidmiseks tuleb koostada halogeenide aatomite elektronkonfiguratsioonid. Fluori aatomi elektronkonfiguratsioon on $1s^2\ 2s^2\ 2p^5$, kloori aatomi elektronkonfiguratsioon on $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^5$ jne.

Pöörduge tagasi kaader 4 - 127 ja leidke täpsem vastus.

---

4 - 131

Teie arvates on halogeenide aatomitele ühine see, et väliskihis on kaks s- ja viis p- elektroni.

Teie vastus on täpne! Halogeenide aatomite elektronkonfiguratsioonidest (fluoril on see $1s^2\ 2s^2\ 2p^5$, klooril $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^5$ jne.) nähtub, et nende aatomite väliskihis on kaks s- ja viis p- elektroni.

Jätkake kaader 5-1.

---

4 - 132

Teie arvates on halogeenide aatomitele ühine see, et väliskihis on üks paardumata p- elektron.

Teie vastus ei ole päris täpne! Halogeenide aatomite väliskihis on küll üks paardumata p-elektron, kuid selline elektron võib esineda ka mõne teise elemendi aatomi väliskihis (näit. booril $1s^2\ 2s^2\ 2p^1$). Sellepärast tuleb täpselt näidata, millised elektronid asuvad halogeenide aatomite väliskihis. Elektronkonfiguratsioonidest (fluoril on see $1s^2\ 2s^2\ 2p^5$, klooril $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^5$ jne.) nähtub, et halogeenide aatomite väliskihis on kaks s- ja viis p- elektroni.

Jätkake kaader 5 - 1 .

---

5. KEEMILINE SIDE

K e e m i l i s e s i d e m e o l e m u s

5 - 1

Looduses leidub vabu aatomeid harva. Tavaliselt ühinevad kas ühesuguste keemiliste elementide aatomid ja tekivad H_2, O_2, Cl_2 jne. tüüpi molekulid või siis reageerivad erinevate keemiliste elementide aatomid moodustades tohutu hulga mitmesuguseid ühendeid. Valdav enamik tänapäeval tuntud ainetest on keemilised.....

ühendid

5 - 2

Selleks, et võiksid tekkida keemilised ühendid, peab eksisteerima aatomite vahel eriline vastastikune mõju, millele on antud <u>keemilise sideme</u> nimetus. Aatomi ehituse alusel saab mõistetavaks keemilise ..... olemus.

---

sideme

5 - 3

Aatomite lähenemisel teineteisele peaks hakkama mõjuma hoopis ..... -jõud samanimeliselt laetud tuumade vahel.

---

5 - 4

tõuke-

Mis aga hoiab siis tuumad koos? Aatomite lähenemisel kattub mingi keemilise elemendi ühe aatomi elektronipilv teise, kas sama või siis erineva keemilise elemendi aatomi vastassuunalise spiniga elektroni laengupilvega. Ühesõnaga, moodustub nendele aatomitele ühine .....

---

5 - 5

elektronipaar

Elektronipaari moodustumise piirkonnas on negatiivse elektronipilve tihedus kõige suurem, mis tasakaalustabki ..... laetud tuumade tõukumise.

---

5 - 6

positiivselt

<u>Keemilise sideme olemus</u> seisneb vastupidise spiniga elektronide poolt <u>elektronipaaride moodustamises.</u> Seega tuleb keemilise sideme selgitamisel peatähelepanu pöörata ühiste ..... tekkimisele.

---

5 - 7

elektroni-
paaride

Ühiste elektronipaaride moodustumisest võtavad osa peamiselt väliskihi, kuid ka eelviimase kihi .....

---

5 - 8

Aatomid omandavad seejuures püsiva, inertgaasidega sarnase struktuuri. Välises elektronikihis on kas 2 või ..... elektroni, ning igal orbitaalil on .....

elektronid

---

5 - 8

8 elektronipaar

E l e k t r o n e g a t i i v s u s

5 - 9

<u>Elektronegatiivsuseks nimetatakse aatomite võimet siduda elektrone.</u> Erinevate keemiliste elementide aatomid seovad elektrone erinevalt, ehk neil on erinev .....

---

5 - 10

Keemilise elemendi aatomid, mis seovad tugevalt elektrone, on kõrge elektronegatiivsusega; keemilise elemendi aatomid, mis seovad nõrgalt elektrone, on aga ..... elektronegatiivsusega.

elektronegatiivsus

---

5 - 11

Elektronegatiivsuse arvulised väärtused on suhtelised ja kõiguvad ligikaudu ühest neljani. Elektronegatiivsuse skaala tuletamisel arvestatakse nii energia hulka, mis on vajalik elektronide eemaldamiseks aatomist, kui ka neid energia muutusi, mis kaasnevad elektroni liitumisel aatomile. Niisiis on elektronegatiivsuse arvuliste väärtuste tuletamisel võetud aluseks see ....., mis on seotud elektronide arvu muutustega aatomis.

madala (väikese)

---

5 - 12

Tabelis 4 on toodud leelismetallide, halogeenide ja väikeste perioodide elementide elektronegatiivsuste arvulised väärtused.

energia

Tabel 4

Elektronegatiivsuse skaala

H						
2,1						
Li	Be	B	C	N	O	F
1,o	1,5	2,o	2,5	3,o	3,5	4,o
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
o,9	1,2	1,5	1,8	2,1	2,5	3,o
K						Br
o,8						2,8
Rb						I
o,8						2,5
Cs						
o,7						

Tabeli 4 põhjal võib öelda, et kõige madalama elektronegatiivsusega element on ..... ja kõige kõrgema elektronegatiivsusega element on .....

---

tseesium(Cs)
fluor

5 - 13

Fluor seob elektrone 4 korda tugevamini kui liitium ja ..... korda tugevamini kui boor (vt. tabel 4).

2

5 - 14

Alumiinium seob elektrone ..... kui naatrium, lämmastik aga seob elektrone ..... kui fluor (vt. tabel 4).

---

tugevamini
nõrgemini

5 - 15

Kokkuvõtteks teeme veel mõned üldised märkused elektronegatiivsuse kohta. Halogeenid on kõik ..... elektronegatiivsusega, leelismetallid aga ..... elektronegatiivsusega.

---

kõrge (suure)
madala (väikese)

5 - 16

Leelismetallide aatomid seovad elektrone tunduvalt ..... kui halogeenide aatomid.

---

nõrgemini

5 - 17

Perioodi piires suureneb elektronegatiivsus vasakult paremale. Mittemetallide elektronegatiivsus on tavaliselt ....., sest tuumalaengu suurenedes hoitakse väliskihi elektrone tugevamini.

---

5 - 18

Perioodi piires saab elementide elektronegatiivsuste üle otsustada ka ilma vastava tabelita, sest on teada, et metallid seovad elektrone ..... kui mittemetallid.

suurem

---

5 - 19

Rühmas on elektronegatiivsus ..... väiksema tuumalaenguga elementidel (vt. tabel 4).

nõrgemini

---

5 - 2o

Elektronegatiivsuse väärtused aitavad selgitada, millist tüüpi keemiline side ühel või teisel juhul moodustub.

suurem

K o v a l e n t n e s i d e

5 - 21

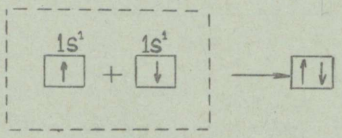
Vesiniku, hapniku, kloori ja veel mõnede teiste gaasiliste lihtainete molekulid koosnevad kahest aatomist. Järgnevalt püüamegi selgusele jõuda, kuidas moodustub keemiline side ühe ja ..... keemilise elemendi aatomite vahel.

---

5 - 22

Igal vesiniku aatomil on esimeses (ja ühtlasi ainukeses) kihis üks s-elektron. Kui elektronide spinid on ....., moodustub kahe vesiniku aatomi lähenemisel mõlemale tuumale ühine .....

sama



---

vastassuunalised

elektronipaar

5 - 23

Ühine elektronipaar saab tekkida ainult siis, kui mõlema vesiniku aatomi elektronide spinid on .....

---

vastassuunalised

5 - 24

Mõlema vesiniku aatomi s- orbitaali täidab nüüd elektronipaar, mille poolest nad sarnanevad inertgaasi heeliumi aatomitega. Moodustus ..... sarnane elektronkonfiguratsioon.

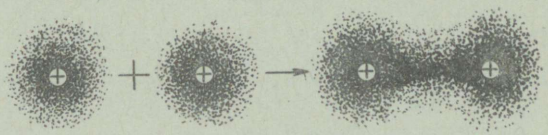
---

5 - 25

Tuumade vahelises ruumipiirkonnas on elektronipilve tihedus suurem vabade vesiniku aatomite elektronipilve tihedusest, mis tasakaalustabki tuumade..... (vt. joon. 8).

inertgaasiga

(inertgaasidega)



Joon. 8. Vesiniku molekuli moodustumine

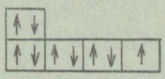
---

5 - 26

Fluori aatomitel on väliskihis seitse elektroni, millest kaks täidavad 2s- orbitaali ning viis asub 2p - orbitaalil. Seega on ainult üks ..... - orbitaal osaliselt täidetud.

tõukumise

F $1s^2$ $2s^2$ $2p^5$



---

5 - 27

Kui kahe fluori aatomi väliskihi paardumata elektronid on ..... spiniga, moodustub ka fluori aatomite lähenemisel ühine .....

p

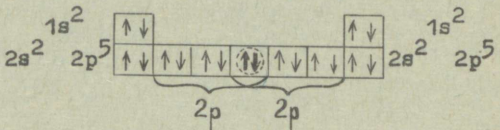
---

5 - 28

Kumbki fluori aatom omandab püsiva, inertgaasi neooniga sarnase elektronkonfiguratsiooni:

vastas-
suunalise

elektroni-
paar



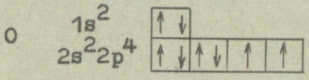
Väliskiht on mõlemal fluori aatomil
.....

---

5 - 29

Hapniku aatomi elektronkonfiguratsioonist nähtub, et hapnikul on ..... paardumata ..... - elektroni.

täidetud



---

5 - 30

Kui kahe hapniku aatomi väliskihi paardumata elektronid on ..... spiniga, moodustub hapniku aatomite lähenemisel ..... ühist elektronipaari. Mõlema hapniku aatomi väliskiht on seejuures
.....

kaks

p

---

5 - 31

Et ühe ja sama keemilise elemendi aatomite korral on elektronegatiivsuse väärtused ..... (mõlemad aatomid seovad elektrone ühte moodi), siis ühise elektronipaari elektronipilv on sümmeetriline tuumade suhtes.

vastassuunalise kaks täidetud

---

5 - 32

Keemilist sidet, mis põhineb ühiste elektronipaaride tekkimisel, nimetatakse kovalentseks sidemeks. Vesiniku, hapniku ja fluori molekulides on aatomid seotud ..... sidemega.

võrdsed

---

5 - 33

Ühe ja sama keemilise elemendi aatomite vahel moodustub ..... side.

kovalentse

---

5 - 34

Kovalentse sideme puhul moodustunud elektronipaari laengupilv on ..... tuumade suhtes.

kovalentne

---

5 - 35

Kovalentset sidet tähistatakse järgmiselt:

H : H või ka H ↑↓ H

Ühised ..... märgitakse elemendi sümbolite vahel punktidena või nooltena.

sümmeetriline

---

elektroni-
paarid

5 - 36

Elementidel, mille aatomitel on elektrone rohkem, märgitakse punktidena välja ainult ..... -kihi elektronid.



---

väli-

5 - 36

P o l a a r n e k o v a l e n t n e s i d e

5 - 37

Kui molekuliks ühinevad omadustelt veidi erinevate keemiliste elementide aatomid, siis ühine elektronipaar..... enam sümmeetriline, vaid on nihutatud elektronegatiivsema (mittemetallilisema) elemendi aatomi tuuma poole.

---

ei ole

5 - 38

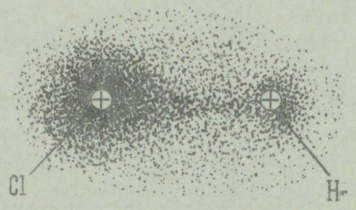
Kloori elektronegatiivsus on 3,0; vesiniku elektronegatiivsus 2,1. Seega on HCl molekulis ühine elektronipaar nihutatud ..... aatomi poole.

---

5 - 39

Ühise elektronipaari laengupilve tihedus on suurem ..... kui elektronegatiivsema elemendi aatomi tuuma juures (vt. joon. 9).

kloori



Joon. 9. Elektronipilve tihedus HCl molekulis

---

5 - 40

kloori

Tekib kaks poolust - negatiivne poolus kloori aatomi juures ja positiivne ..... vesiniku aatomi juures.

---

5 - 41

poolus

HF molekulis on ühine elektronipaar nihkunud ..... aatomi suunas, sest ..... aatomid seovad elektrone tugevamini (vt. tabel 4).

---

5 - 42

fluori
fluori

Elektronipilve tihedus HF molekulis on suurem ..... aatomi tuuma juures, kus tekib ..... poolus.

---

5 - 43

fluori negatiiv-ne

Keemilist sidet, kus ühine elektronipaar on nihutatud mittemetallilisemate omadustega elemendi aatomi tuuma poole, nimetatakse polaarseks kovalentseks sidemeks. HCl, HF, H_2S ja H_2O molekulides on aatomid seotud ..... kovalentse sidemega.

---

5 - 44

polaarse

Seega eristatakse mittepolaarset ja polaarset kovalentset sidet. Kui ühinevad ühe ja sama keemilise elemendi aatomid, moodustub ..... kovalentne side; kui ühinevad omadustelt veidi erinevate keemiliste elementide aatomid, moodustub ..... kovalentne side.

---

5 - 45

mittepo-laarne

polaarne

Polaarse kovalentse sideme puhul ..... elektronipilv ühtlase tihedusega.

---

5 - 46

ei ole

Negatiivne poolus tekib selle elemendi aatomi tuuma juures, kus elektronipilve tihedus on .....; positiivne poolus tekib aga selle elemendi aatomi tuuma juures, kus elektronipilve tihedus on .....

---

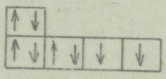
5 - 47

Pestume nüüd vee molekuli tekkel.

suurem

väiksem

H $1s^1$ 

O $1s^2$ $2s^2$ $2p^4$ 

Antud juhul võtavad ühise elektronipaari moodustamisest osa ..... - ja ..... - elektronid.

---

5 - 48

s

p

Et hapnikul on kaks paardumata p-elektroni, siis moodustub ..... vesiniku aatomiga ..... elektronipaari.

---

5 - 49

kahe

kaks

Hapnik on elektronegatiivsem kui vesinik. Seetõttu on ühised elektronipaarid tõmmatud ..... aatomi poole nii, et viimasel tekib osaline ..... laeng.

---

5 - 50

hapniku

negatiivne

Hapniku ja vesiniku aatomid on seotud vee molekuliks ..... kovalentse sidemega.

---

5 - 51

Järgneval skeemil on kujutatud elektronipaaride paigutus mittepolaarse ja polaarse kovalentse sideme korral.

polaarse

H : H

H :Cl

Polaarse kovalentse sideme tähistamisel märgitakse elektronipaari tähistavad punktid suurema ..... elemendi sümbolile lähemale.

---

5 - 51

elektronegatiivsusega

I o o n i m õ i s t e

5 - 52

Vaatame järgnevalt keemilise sideme moodustumist täiesti erinevate omadustega elementide vahel, nagu seda on leelismetallid ja halogeenid. Leelismetallidest valime liitiumi, mille elektronegatiivsus on 1,o ja halogeenidest fluori, mille elektronegatiivsus on 4,o. Eeltoodud elektronegatiivsuse väärtuste põhjal võib öelda, et ..... seob elektrone märksa tugevamini kui .....

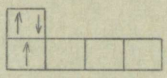
---

5 - 53

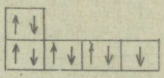
Liitiumi ja fluori aatomite elektronkonfiguratsioonid on järgmised:

fluor
liitium

Li $1s^2\ 2s^1$



F $1s^2\ 2s^2\ 2p^5$



Selleks, et moodustuksid inertgaasidega sarnased elektronkonfiguratsioonid liitiumi ja fluori aatomite lähenemisel, peaks liitium loovutama ..... või siduma ..... elektroni.

---

5 - 54

ühe
seitse

Fluor seevastu peaks loovutama ..... või siduma ..... elektroni.

---

5 - 55

seitse
ühe

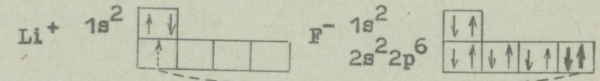
Et liitiumi võime siduda elektrone on neli korda väiksem kui fluoril, siis ..... ta oma ainsa väliskihi elektroni.

---

5 - 56

loovutab

Fluor seob liitiumi väliskihi elektroni ja nii on mõlemil ..... sarnane elektronkonfiguratsioon:



---

5 - 57

inertgaasidega

Aatomituumad seejuures ei muutu ja nii omandab liitium positiivse laengu +1 (tal on nüüd üks elektron .....). Fluor seevastu omandab negatiivse laengu -1 (tal on nüüd üks elektron .....).

---

5 - 58

vähem rohkem

<u>Laenguid kandvaid osakesi nimetatakse ioonideks.</u> Liitiumi ja fluori aatomite lähenemisel tekkisid positiivsed ja negatiivsed .....

---

5 - 59

Liitiumi aatomi muutumist positiivselt laetud iooniks võib esitada ka skemaatiliselt:

ioonid

Li	−	$\bar{e}$	=	Li^+
liitiumi aatom		elektron		liitiumioon

Selleks, et moodustuksid positiivsed ioonid, peab neutraalne aatom elektrone .....

---

5 - 60

loovutama (ära andma)

Fluori aatomi negatiivseks fluoriidiooniks muutumise skeem on järgmine:

$$F + \bar{e} = F^-$$

fluori aatom — elektron — fluoriidioon

Selleks, et moodustuksid negatiivsed ioonid, peab neutraalne aatom elektrone .....

---

5 - 61

siduma (juurde võtma)

Selgitage skemaatiliselt, kuidas toimub muundumine $Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+}$.

---

5 - 62

Millise järgneva skeemi kohaselt toimub Teie arvates muundumine $Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+}$ kas

1. $Fe^{2+} + \bar{e} = Fe^{3+}$ - jätkake kaader 5-63
2. $Fe^{2+} - \bar{e} = Fe^{3+}$ - jätkake kaader 5-64

---

5 - 63

Teie arvates võib muundumist $Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+}$ esitada järgmise skeemina:

$Fe^{2+} + \bar{e} = Fe^{3+}$

Teie olete eksinud! Et prootonite arv aatomituumas ei muutu, siis iga lisanduva elektroni korral väheneb iooni positiivne laeng ühe elementaarlaengu võrra. Antud ülesandes peab raua iooni positiivne laeng aga suurenema.

Pöörduge tagasi kaader 5 - 61 ja koostage vastav skeem uuesti.

---

5 - 64

Teie arvates võib muundumist $Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+}$ esitada järgmise skeemina:

$Fe^{2+} - \bar{e} = Fe^{3+}$

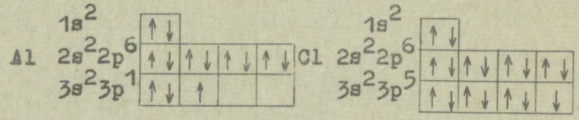
Teie vastus on õige! Et prootonite arv aatomituumas ei muutu, siis suurendab iga loovutatud elektron iooni positiivset laengut ühe elementaarlaengu võrra.

Jätkake kaader 5 - 65.

---

5 - 65

Alumiinium- ja kloriidioonide tekkimine on analoogne.



Alumiiniumi aatomil on välises elektronikihis ....., kloori aatomil ..... elektroni.

---

5 - 66

Alumiiniumi ja kloori aatomite lähenemisel ..... aatom loovutab oma väliskihi elektronid, ... aga seob need.

kolm
seitse

---

5 - 67

Et üks kloori aatom saab vastu võtta ..... elektroni, loovutab alumiiniumi aatom oma väliskihi elektronid ..... kloori aatomile.

alumiiniumi
kloor

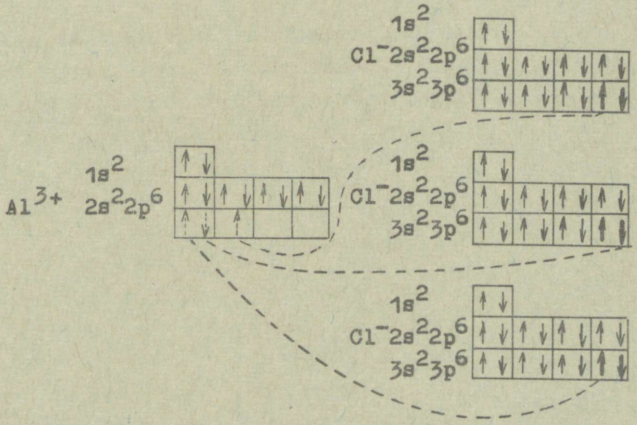
---

5 - 68

Alumiinium - ja kloriidioonide tekkimine

ühe kolmele

skemaatiliselt esitatuna on järgmine:



Moodustub ..... alumiinium- ja ..... kloriidiooni.

---

5 - 69

üks kolm

Alumiiniumioonil on ..... laeng, kloriidioonidel ..... laeng.

---

5 - 70

positiivne negatiivne

Alumiiniumiooni tekkimist võib esitada järgmiselt:

Al - ..... = Al^{3+}

---

5 - 71

$3\bar{e}$

Ka kolme kloriidiooni tekkimist võib kujutada skemaatiliselt:

$3Cl$ + ... = ...

---

5 - 72

$3\ \bar{e}$
$3Cl^-$

Naatriumi aatomi väliskihis on üks elektron. Et muutuda positiivseks naatriumioooniks, peab naatriumi aatom selle elektroni ..... :

Na - ..... = ...

---

5 - 73

loovutame (ära andma)
$\bar{e}$
Na^+

Magneesiumi aatomi väliskihis on ..... elektroni. Skemaatiliselt võib kujutada positiivse magneesiumiooni tekkimist järgmiselt:

Mg - ..... = ...

---

5 - 74

kaks
$2\bar{e}$
Mg^{2+}

Selleks, et muutuda negatiivseks sulfiidiooniks, peab väävli aatom elektrone ..... Sulfiidiooni tekkimise skeem on järgmine:

S + ... = ...

---

5 - 75

siduma (juurde võtma)
$2\bar{e}$
S^{2-}

Negatiivne bromiidioon moodustub järgmiselt:

..... + ...=.....

Br
e
Br^-

5 - 76

Koostage Be^{2+} elektronkonfiguratsioon!

---

5 - 77

Milline järgnev elektronkonfiguratsioon vastab Teie arvates Be^{2+} elektronkonfiguratsioonile?

1. $1s^2 2s^2 2p^2$ - jätkake kaader 5 - 78
2. $1s^2 2s^2$ - jätkake kaader 5 - 79
3. $1s^2 2s$ - jätkake kaader 5 - 8o
4. $1s^2$ - jätkake kaader 5 - 81

---

5 - 78

Teie vastus oli : Be^{2+} elektronkonfiguratsioon on $1s^2\ 2s^2\ 2p^2$.

Teie olete eksinud! Selline elektronkonfiguratsioon peaks kuuluma negatiivsele berülliumioonile (on juurde võtnud kaks elektroni). Keemilistel reaktsioonidel tekib aga positiivne berülliumioon. Selleks, et võiks tekkida positiivne berülliumioon, peab neutraalne berülliumi aatom elektrone loovutama.

Pöörduge tagasi kaader 5 - 76 ja koostage Be^{2+} elektronkonfiguratsioon uuesti.

---

5 - 79

Teie vastus oli: Be^{2+} elektronkonfiguratsioon on $1s^2$ $2s^2$.

Teie olete eksinud! Teie koostatud elektronkonfiguratsioon kuulub neutraalsele berülliumi aatomile. Selleks, et moodustuks positiivne berülliumioon, peab neutraalne berülliumi aatom elektrone loovutama.

Pöörduge tagasi kaader 5 - 76 ja koostage Be^{2+} elektronkonfiguratsioon uuesti.

---

5 - 80

Teie vastus oli: Be^{2+} elektronkonfiguratsioon on $1s^2$ 2s.

Teie vastus on veidi ebatäpne! Ilmselt olete arutlenud õigesti, et Be^{2+} on kaks elektroni vähem kui neutraalsel berülliumi aatomil. Teie kirjutusviis on aga ebatäpne. Elektronkonfiguratsiooni $1s^2$ 2s all võib mõista ka seda, et 2s- orbitaalil on üks elektron. Indeks üks jäetakse mõnikord kirjutamata. Sellepärast on vajalik esitada Be^{2+} elektronkonfiguratsioon järgmiselt - $1s^2$.

Jätkake kaader 5 - 82.

---

5 - 81

Teie vastus oli : Be^{2+} elektronkonfiguratsioon on $1s^2$.

Teie vastus on õige! Selleks, et tekiks Be^{2+} ioon, peab neutraalne berülliumi aatom loovutama kaks elektroni.

Jätkake kaader 5 - 82.

---

5 - 82

Koostage F^- elektronkonfiguratsioon!

---

5 - 83

Milline järgnev elektronkonfiguratsioon vastab Teie arvates F^- elektronkonfiguratsioonile?

1. $1s^2\ 2s^2\ 2p^4$ - jätkake kaader 5 - 84
2. $1s^2\ 2s^2\ 2p^5$ - jätkake kaader 5 - 85
3. $1s^2\ 2s^2\ 2p^6$ - jätkake kaader 5 - 86

---

5 - 84

Teie vastus oli: F^- elektronkonfiguratsioon on $1s^2\ 2s^2\ 2p^4$.

Teie olete eksinud! Selline elektronkonfiguratsioon peaks kuuluma hoopis positiivsele ioonile. Antud juhul on moodustunud aga negatiivne fluoriidioon. Selleks, et võiks tekkida negatiivne fluoriidioon, peab neutraalne fluori aatom elektroni juurde võtma.

Pöörduge tagasi kaader 5 - 82 ja koostage F^- elektronkonfiguratsioon uuesti.

---

5 - 85

Teie vastus oli : F^- elektronkonfiguratsioon on $1s^2\ 2s^2\ 2p^5$.

Teie vastus ei ole õige! Teie poolt koostatud elektronkonfiguratsioon kuulub neutraalsele fluori aatomile. Selleks, et moodustuks negatiivne fluoriidioon, peab neutraalne fluori aatom elektroni juurde võtma.

Pöörduge tagasi kaader 5 - 82 ja koostage F^- elektronkonfiguratsioon uuesti.

---

5 - 86

Teie vastus oli : F^- elektronkonfiguratsioon on $1s^2\ 2s^2\ 2p^6$.

Vastus on õige!. Selleks, et tekiks negatiivne fluoriidioon, peab neutraalne fluori aatom siduma ühe elektroni.

Jätkake kaader 5 - 87.

I o o n i l i n e s i d e

5 - 87

Ioonid ühinevad molekuliks elektrostaatilise tõmbejõu alusel. Positiivne liitium- ja negatiivne fluoriidioon hoiduvad koos ..... tõmbejõu tõttu.

---

elektro-staatilise	5 - 88 Ka alumiiniumkloriidi ($AlCl_3$) molekulis esineb alumiinium- ja kloriidiooni-de vahel ..... tõmbejõud.
elektro-staatiline	5 - 89 Keemilist sidet, mis põhineb vastas-nimeliste ioonide elektrostaatilisel tõmbe-jõul, nimetatakse iooniliseks sidemeks, tekkinud ühendeid aga ioonilisteks ühendi-teks. Seega on vastasnimelised ioonid seo-tud molekuliks ..... sidemega.
ioonilise	5 - 90 Sellised ained nagu LiF, $AlCl_3$, NaCl jt. on ..... ühendid.
ioonili-sed	5 - 91 Aatomi ehituse teooria põhjal võiks öelda, et ioonilise sideme puhul on ühine ..... üleläinud elektronegatiivse-ma elemendi orbitaalile.

5 - 92

elektronipaar

Elektronipaari üleminek ei ole kunagi täielik. On kindlaks tehtud, et juhul, kui elektronegatiivsuse väärtuste vahe on 1,7, siis moodustunud keemiline side on 50% kovalentne ja 50% looniline. Kui elektronegatiivsuse väärtuste vahe on väiksem kui 1,7, siis on ülekaalus ..... side; kui elektronegatiivsuse väärtuste vahe on suurem kui 1,7, siis on ülekaalus ..... side.

---

5 - 93

kovalentne looniline

Kaaliumi ja joodi elektronegatiivsused on vastavalt 0,8 ja 2,5. Kaaliumjodiidi molekulis esineb võrdsel määral nii ..... kui ka ..... side.

---

5 - 94

kovalentne looniline

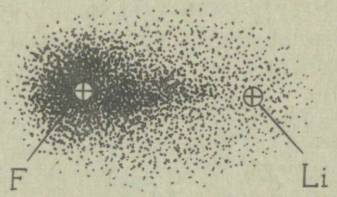
Mida suurem on erinevus elektronegatiivsustes, seda suuremas ülekaalus on ..... side.

---

5 - 95

Iooniliet sidet tuleb käsitleda kui kovalentse sideme erijuhtu, kus ühine elektronipaar on tugevasti nihutatud elektronegatiivsema elemendi aatomi tuuma poole. Elektronipilve tihedus on tunduvalt ..... elektronegatiivsema elemendi aatomi tuuma ümbruses (vt. joon. 10).

iooniline



Joon. 10. Elektronipilve tihedus LiF molekulis

---

5 - 96

Järeldusena eeltoodu kohta võib öelda, et päris puhast ..... sidet ei esine.

suurem

---

5 - 97

Kui teineteisele lähenevad ühe ja sama keemilise elemendi aatomid, moodustub ..... side, kui teineteisele lähenevad omadustelt järsult erinevate elementide aatomid, moodustub ..... side.

iooniliet

(mittepolaarne) kovalentne iooniline

5 - 98

Omadustelt veidi erinevate elementide aatomite vahel moodustub .... side.

---

polaarne kovalentne

5 - 99

Millist tüüpi keemiline side esineb NH_3 (ammoniaagi) molekulis?

---

5 - 100

Kas NH_3 molekulis esineb Teie arvates

1. mittepolaarne kovalentne side - jätkake 5-101
2. polaarne kovalentne side - jätkake 5-102
3. iooniline side - jätkake 5-103

---

5 - 101

Teie arvates esineb NH_3 molekulis mittepolaarne kovalentne side.

Teie olete eksinud! Mittepolaarne kovalentne side moodustub ühe ja sama keemilise elemendi aatomite vahel. Antud ühend on moodustunud aga kahe mittemetalli aatomitest.

Pöörduge tagasi kaader 5 - 99 ja leidke õige vastus.

---

5 - 1o2

Teie arvates esineb NH_3 molekulis polaarne kovalentne side.

Teie vastus on õige! Polaarne kovalentne side esineb molekulides, mis koosnevad mitte järsult üksteisest erinevatest elementidest, näiteks mittemetallide aatomitest moodustunud molekulides.

Jätkake kaader 5 - 1o4.

---

5 - 1o3

Teie arvates esineb NH_3 molekulis iooniline side.

Teie vastus ei ole õige! Iooniline side moodustub metallide (näiteks leelismetallide) ja mittemetallide (näiteks halogeenide) vahel. Antud ühendis on keemiline side moodustunud kahe mittemetallilise elemendi aatomite vahel.

Pöörduge tagasi kaader 5 - 99 ja leidke õige vastus.

---

5 - 1o4

Millist tüüpi keemiline side esineb CaO molekulis?

---

5 - 1o5

Kas CaO molekulis esineb Teie arvates

1.mittepolaarne kovalentne side - jätkake 5-1o6
2.polaarne kovalentne side - jätkake 5-1o7
3.iooniline side - jätkake 5-1o8

---

5 - 1o6

Teie arvates esineb CaO molekulis mittepolaarne kovalentne side.

Teie olete eksinud! Mittepolaarne kovalentne side moodustub ühe ja sama keemilise elemendi aatomite vahel. CaO korral aga on tekkinud keemiline side metalli ja mittemetalli aatomite vahel.

Pöörduge tagasi kaader 5-1o4 ja leidke õige vastus.

---

5 - 1o7

Teie arvates esineb CaO molekulis polaarne kovalentne side.

Teie olete eksinud! Polaarne kovalentne side moodustub mitte järsult üksteisest erinevate elementide, näiteks mittemetallide aatomite vahel. CaO korral aga on tekkinud keemiline side metalli ja mittemetalli aatomite vahel.

Pöörduge tagasi kaader 5-1o4 ja leidke õige vastus.

---

5 - 1o8

Teie arvates esineb CaO molekulis iooniline side.

Teie vastus on õige! Iooniline side moodustub metallide ja mittemetallide vahel.

Jätkake kaader 5 - 1o9.

---

5 - 109

Lähtudes kahe järgneva elemendi aatomite elektronkonfiguratsioonidest leida, milline sideme tüüp on antud juhul enam tõenäoline (elektronkonfiguratsioonid on $1s^2\ 2s^1$ ja $1s^2\ 2s^2\ 2p^4$)?

---

5 - 110

Kas Teie arvates on elementide vahel, mille elektronkonfiguratsioonid on $1s^2\ 2s^1$ ja $1s^2\ 2s^2\ 2p^4$, enam tõenäoline

1.mittepolaarne kovalentne side - - jätkake 5-111

2.polaarne kovalentne side - - jätkake 5-112

3.iooniline side - jätkake 5-113

---

5 - 111

Teie arvates on elementide vahel, mille elektronkonfiguratsioonid on $1s^2 2s^1$ ja $1s^2 2s^2\ 2p^4$, enam tõenäoline mittepolaarne kovalentne side.

Teie olete eksinud! Mittepolaarne kovalentne side moodustub ühe ja sama keemilise elemendi aatomite vahel. Elektronkonfiguratsioonidest nähtub, et antud juhul on tegemist kahe erineva keemilise elemendiga.

Pöörduge tagasi kaader 5 - 109 ja leidke õige vastus.

---

5 - 112

Teie arvates on elementide vahel, mille elektronkonfiguratsioonid on $1s^2 2s^1$ ja $1s^2\ 2s^2\ 2p^4$, enam tõenäoline polaarne kovalentne side.

Teie olete eksinud! Polaarne kovalentne side moodustub omadustelt veidi erinevate elementide aatomite vahel (näiteks mittemetallide vahel). Elektronkonfiguratsioonist $1s^2\ 2s^1$ nähtub, et see kuulub leelismetallile - üks s- elektron väliskihis. Elektronkonfiguratsioon $1s^2\ 2s^2\ 2p^4$ kuulub aga mittemetallile - kuus elektroni väliskihis. Seega nende elementide aatomite vahel polaarne kovalentne side ei moodustu.

Pöörduge tagasi kaader 5-1o9 ja leidke õige vastus.

---

5 - 113

Teie arvates on elementide vahel, mille elektronkonfiguratsioonid on $1s^2 2s^1$ ja $1s^2 2s^2\ 2p^4$, enam tõenäoline iooniline side.

Teie vastus on õige! Elektronkonfiguratsioonist $1s^2\ 2s^1$ nähtub, et see kuulub leelismetallile - üks s- elektron väliskihis. Elektronkonfiguratsioon $1s^2\ 2s^2\ 2p^4$ kuulub aga mittemetallile - kuus elektroni väliskihis. Nende elementide aatomite lähenemisel loovutab kaks leelismetalli aatomit oma väliskihi elektronid ühele mittemetalli aatomile. Tekkinud ioonid seob elektrostaatiline tõmbejõud.

Jätkake kaader 5 - 114.

---

5 - 114

Millises järgmises ühendis on side enam iooniline kas NaCl või KBr? Kasutage elektronegatiivsuse väärtuste tabelit (vt. tabel 4).

---

5 - 115

Kas Teie arvates on enam iooniline ühend

1. NaCl - jätkake kaader 5 - 116
2. KBr - jätkake kaader 5 - 117

---

5 - 116

Teie arvates on ioonilisem ühend NaCl.

Vastus on õige! Naatriumi ja kloori elektronegatiivsuste vahe (s.o. 2,1) on veidi suurem kaaliumi ja broomi elektronegatiivsuste vahest (s.o. 2,o). Mida suurem on kahe elemendi elektronegatiivsuste vahe, seda ioonilisem on keemiline side nende elementide vahel.

Jätkake kaader 5 - 118.

---

5 - 117

Teie arvates on ioonilisem ühend KBr.

Teie olete eksinud! Selleks, et antud küsimusele vastata, tuleb leida elementide elektronegatiivsuste vahe mõlema ühendi jaoks. Mida suurem on kahe elemendi elektronegatiivsuste erinevus, seda ioonilisem on side nende elementide vahel.

Pöörduge tagasi kaader 5 - 114 ja leidke õige vastus.

K e e m i l i s t e ü h e n d i t e o m a d u s t e s õ l t u v u s k e e m i l i s e s i d e m e t ü ü b i s t

5 - 118

Ühendite omadused sõltuvad keemilise sideme tüübist. Kui on teada keemilise sideme tüüp, siis võib saada ligikaudse ettekujutuse ühendi .....

---

5 - 119

Mittepolaarse kovalentse sidemega aineteks on hapnik, vesinik, kloor jt. Nad on toatemperatuuril gaasilises olekus - seega madala sulamis- ja keemistemperatuuriga. Mittepolaarse kovalentse sidemega ained on ..... sulamis- ja keemistemperatuuriga.

omadustest

---

5 - 12o

Ioonilise sidemega ühendid (soolad ja metallioksiidid) on seevastu kõrgete sulamis- ja keemistemperatuuridega. Niisiis sulavad soolad ..... temperatuuril.

madala

---

5 - 121

Vahepealsete sulamis- ja keemistemperatuuridega on polaarse kovalentse sidemega ühendid. Järelikult on polaarse kovalentse sidemega ühenditel madalamad sulamis- ja keemistemperatuurid kui ..... ühenditel.

kõrgel

---

5 - 122

Sulamis- ja keemistemperatuuride sõltuvust keemilise sideme tüübist iseloomustab järgnev tabel.

ioonilistel

	NaF	HF	F_2
Sulamistemperatuur ^oC	995	-92	-223
Keemistemperatuur ^oC	1702	19,5	-188

Tabelist nähtub, et kõige madalam sulamistemperatuur on .....
..... sideme korral.

---

5 - 123

mittepolaarse kovalentse

Silmas pidades ühendite omaduste sõltuvust keemilise sideme tüübist, järjestada sulamistemperatuuri tõusu suunas järgmised ained: NaCl, Cl_2, HCl.

---

5 - 124

Kontrollige, milline oli Teie järjestus, kas

1. NaCl, HCl, Cl_2 - jätkake kaader 5 - 125
2. Cl_2, HCl, NaCl - jätkake kaader 5 - 126
3. mingi teine järjestus - jätkake kaader 5 - 127

---

5 - 125

Teie järjestasite ained sulamistemperatuuri tõusu suunas järgmiselt:

NaCl, HCl, Cl_2.

Olete järjestanud ained sulamistemperatuuri langemise suunas. NaCl on iooniline ühend, ning seetõttu kõrge sulamistemperatuuriga. Kloori molekulis on aatomid seotud mittepolaarse kovalentse sidemega. Klooril on antud ainetest kõige madalam sulamistemperatuur.

Pöörduge tagasi küsimus 5 - 123 ja leidke õige järjestus.

---

5 - 126

Teie järjestasite antud ained sulamistemperatuuri tõusu suunas järgmiselt:

Cl_2, HCl, NaCl.

Teie vastus on õige! Et kloori molekulis esineb mittepolaarne kovalentne side, on klooril antud ainete hulgas madalaim sulamistemperatuur. NaCl kui iooniline ühend on seevastu antud ainete hulgas kõrgeima sulamistemperatuuriga. Vahepealne sulamistemperatuur on HCl-l.

Jätkake küsimus 5 - 128.

---

5 - 127

Teie poolt esitatud ainete järjestus ei ühtinud kaadris 5 - 124 toodud järjestustega.

Olete ülesande lahendamisel eksinud! Selgitame Teile veidi lähemalt, kuidas sellist ülesannet lahendada. NaCl on looniline ühend ning järelikult ka kõrge sulamistemperatuuriga. Kloori molekulis esineb mittepolaarne kovalentne side, mistõttu klooril on antud ainetest kõige madalam sulamistemperatuur. Vahepealse sulamistemperatuuriga on HCl.

Pöörduge tagasi kaader 5 - 123 ja leidke õige järjestus.

T a h k e a i n e f ü ü s i k a l i s t e o m a d u s t e s õ l t u v u s k r i s t a l l i v õ r e t ü ü b i s t

5 - 128

Tahkes olekus on ainetel püsiv, iga aine jaoks kindel kuju. Nagu eksperimentaalsed uurimused on näidanud, sõltuvad paljud füüsikalised omadused tahket ainet moodustavate osakeste (loonid, aatomid, molekulid) asetusest ruumipunktidesse. Selline ruumipunktide kogu moodustab kristallivõre. Igal tahkel ainel on oma .....

---

5 - 129

kristalli-võre

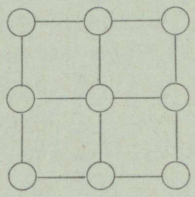
Kristallivõret, mille struktuurseteks ühikuteks on omavahel kovalentse sidemega seotud aatomid, nimetatakse aatomivõreks. Aatomivõre tippudes on .....

---

5 - 130

Aatomivõre on kujutatud joonisel 11.

aatomid



Joon. 11. Aatomivõre

Aatomivõres on aatomid omavahel seotud ..... sidemega.

---

5 - 131

kovalentse

Aatomivõrega tahked ained on väga kõvad ja kõrge sulamistemperatuuriga. Aatomivõre on teemandil (kristallivõre tippudes on süsiniku aatomid) ja kvartsil. Nii teemant kui ka kvarts on ..... sulamistemperatuuriga.

---

5 - 132

kõrge

Kristallivõret, mille tippudes asetsevad vaheldumisi negatiivsed ja positiivsed ioonid, nimetatakse ioonivõreks. Ioonivõre struktuurseteks ühikuteks on .....

---

5 - 133

ioonid

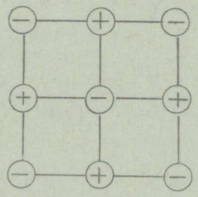
Ioonivõrega ühendeid võib molekulidena leida ainult gaasilises olekus. Tahkes olekus on ioonivõrega ühendi kristall üks gigantne osake, mille puhul ei saa rääkida molekulist tavalises mõttes. Et ioonivõrega on peaaegu kõik soolad ja metallioksiidid, siis nende ainete korral ei saa rääkida ..... tavalises mõttes.

---

5 - 134

Ioonivõre on kujutatud joonisel 12.

molekulist



Joon. 12. Ioonivõre

Ioonivõre tippudes asetsevad vaheldumisi ..... ja ..... ioonid.

---

positiiv-sed

negatiiv-sed

5 - 135

Vastasnimelised ioonid on kristallivõres seotud ..... tõmbejõu kaudu ja seetõttu on ioonivõrega ühendid kõvad, kõrge sulamis- ja keemistemperatuuriga.

---

elektro-staatili-se

5 - 136

Kristallivõret, mille tippudes on polaarse või mittepolaarse kovalentse sidemega molekulid, nimetatakse molekulivõreks.

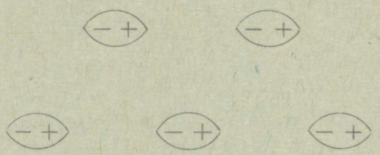
Molekulivõre struktuurseteks ühikuteks on .....

---

molekulid

5 - 137

Molekulivõre on kujutatud joonisel 13.



Joon. 13. Molekulivõre

Joonisel 13 kujutatud molekulivõre tippudes asetsevad ..... kovalentse sidemega molekulid.

---

5 - 138

polaarse

Side molekulide vahel on palju nõrgem kui kovalentne side aatomivõre ja elektrostaatilised tõmbejõud ioonivõre korral. Molekulivõrega ained on ..... kõvadusega, kergesti lenduvad ja..... sulamistemperatuuriga.

---

5 - 139

väikese madala

Soojendamisel side molekulide vahel laguneb ..... kui aatomite vahel molekulis, sest aatomid on omavahel tugevamini seotud.

---

5 - 140

kergemini

Aatomi ehituse ja keemilise sideme küsimused on Teil nüüd õpitud. Kes töötas hoolikalt ja vastas kõikidele küsimustele iseseisvalt, see sooritab kontrolltöö kindlasti edukalt.

B e c q u e r e l, Antoine Henri (1852-1908)

Tema esimene suurem teaduslik uurimus ilmus 1877.a. Järgnesid tööd optika, fotokeemia, elektrokeemia ja meteoroloogia alalt, mis tõid A.Becquerelile üldise tunnustuse.

Alates 1899.a. on A. Becquerel Pariisi Teaduste Akadeemia liige. Jätkates koos isaga alustatud fluorestsentsi nähtuse uurimist, jõudis A. Becquerel oma tähtsaima teadusliku saavutuseni - ta avastas 1896.a. radioaktiivse kiirguse.

C h a d w i c k, James (1891)

J.Chadwick õppis Manchesteri ja Cambridge'i ülikoolis. Töötades E. Rutherfordi õpilasena, õnnestus tal 1920.a. vahetult mõõta mitme keemilise elemendi tuuma laeng. 1932.a. avastas J. Chadwick neutroni, mille eest 1935.a. sai Nobeli preemia. 1935 - 1948 töötas ta Liverpooli ülikoolis, alates 1948.a. Manchesteri ja 1959.a. Cambridge'i ülikoolis. J. Chadwick on Londoni Kuningliku Seltsi liige.

C r o o k e s, William (1832 - 1919)

W. Crookes lõpetas Londoni Kolledži. 1913 - 1915.a.

oli ta Londoni Kuningliku Seltsi presidendiks.W.Crookes kasutas laialdaselt füüsikalisi meetodeid keemias. 1861.a. avastas ta spektraalanalüüsi abil uue elemendi - talliumi. Palju uuris ka W. C r o o k e s füüsikalisi nähtusi,mis tekivad elektrivoolu juhtimisel läbi hõrendatud gaasi. Selle tulemusena avastas ta 1879.a. katoodkiired, mis kujutavad endast elektronide voogu. 1904.a.konstrueeris ta spintariskoobi - seadise, mis võimaldab kindlaks teha α -osakeste olemasolu.

M a r i e S k ł o d o w s k a-C u r i e (1867-1934)

M. Skłodowska - Curie sündis 1867.a. Varssavis. 1891.a. asus ta Pariisi elama, kus 1895.a. abiellus füüsik Pierre Curie'ga (1859 - 1906). Pariisi ülikooli lõpetas M.Curie 1898.a. hiilgavalt. Huvitudes A. Becquereli avastatud erilisest kiirgusest, hakkas M.Curie uurima selle nähtuse põhjusi. 1898.a. avastasidki abielupaar Curie kaks uut radioaktiivset elementi - polooniumi ja raadiumi. Nii 1903.a. kaitstud doktori väitekiri, kui ka M. Curie edasine teaduslik tegevus oli täielikult pühendatud radioaktiivsuse ja radioaktiivsete elementide uurimisele.

M.Curie oli Pariisi ülikooli esimene naisprofessor ja Nobeli preemia laureaat.

I v a n e n k o, Dmitri Dmitrijevitš (1904)

1941.a. alates on D.D.Ivanenko Moskva Riikliku Ülikooli professor. Ta esitas esimesena 1932.a. teooria, mille kohaselt aatomituumad koosnevad prootonitest ja neutronitest. Ajavahemikus 1934-1936 pani D.D. Ivanenko aluse spetsiifiliste tuumajõudude teooriale. Ulatusliku teadusliku tegevuse eest määrati D.D.Ivanenkole 1950.a. riiklik preemia.

M o s e l e y, Henry (1887 - 1915)

H.Moseley lõpetas 1910.a. Oxfordi ülikooli. Samal aastal asus ta tööle Manchesteri ülikooli, kus töötas ka E.Rutherford. Uurides röntgenikiirte lainepikkusi, mida saadavad välja erinevatest keemilistest elementidest anoodid, avastas H.Moseley 1912.a. (ta oli siis vaid 25 - aastane) seaduspärasuse lainepikkuse pöördväärtuse ja elemendi järjenumbri vahel.

R u t h e r f o r d, Ernest (1871 - 1937)

E. Rutherford sündis Uus-Meremaal, kus 1894.a.lõpetas ka ülikooli. Juba üliõpilasena armastas ta iseseisvalt eksperimenteerida. Pärast ülikooli lõpetamist sõidab E. Rutherford Inglismaale ja asub tööle Cambridge'i ülikoolis. 1907 - 1919 on E. Rutherford professoriks Manchesteri ülikoolis, alates 1919.a. aga töötab ta jälle Cambridge'i ülikoolis.

1907.a. hakkas E. Rutherford uurima α- osakeste läbitungimist õhukestest metallplaatidest. Selle tulemusena esitas ta 1911.a. aatomi planetaarse mudeli.

E. Rutherfordi õpilasteks olid J. Chadwick, H.Moseley jt. inglise füüsikud, samuti tuntud taani füüsik N. Bohr. Nõukogude füüsikutest on tema juures töötanud P.L. Kapitsa ja J.B. Hariton. E. Rutherford oli Londoni Kuningliku Seltsi liige ja NSVL Teaduste Akadeemia auliige. 1911.a. määrati E. Rutherfordile Nobeli preemia.

S t o n e y, George Johnstone (1826 - 1911)

G.Stoney sündis 1826.a. Iirimaal. Ta lõpetas Dublini kolledži. Arvukalt ilmus Stoney'lt töid optikast, kuid oma parimaks tööks peab ta 1868.a. valminud astrofüüsika alast uurimust. G. Stoney soovitas 1891.a. kasutusele võtta nimetuse "elektron".

PERIOODID	READ	I RÜHM	II RÜHM	III RÜHM	IV RÜHM	V RÜHM	VI RÜHM	VII RÜHM	VIII RÜHM			ELEKTRONI-KIHID
I	1	1 **H** 1,00797 1							2 **He** 4,0026 2			K
II	2	3 **Li** 6,939 2 1	4 **Be** 9,0122 2 2	5 **B** 10,81 2 3	6 **C** 12,01115 2 4	7 **N** 14,0067 2 5	8 **O** 15,9994 2 6	9 **F** 18,9984 2 7	10 **Ne** 20,183 2 8			L K
III	3	11 **Na** 22,9898 2 8 1	12 **Mg** 24,312 2 8 2	13 **Al** 26,9815 2 8 3	14 **Si** 28,086 2 8 4	15 **P** 30,3738 2 8 5	16 **S** 32,064 2 8 6	17 **Cl** 35,453 2 8 7	18 **Ar** 39,948 2 8 8			M L K
IV	4	19 **K** 39,102 2 8 8 1	20 **Ca** 40,08 2 8 8 2	21 **Sc** 44,956 2 8 9 2	22 **Ti** 47,90 2 8 10 2	23 **V** 50,942 2 8 11 2	24 **Cr** 51,996 2 8 13 1	25 **Mn** 54,9380 2 8 13 2		26 **Fe** 55,847 2 8 14 2	27 **Co** 58,9332 2 8 15 2	28 **Ni** 58,71 2 8 16 2	N M L K
	5	29 **Cu** 63,54 2 8 18 1	30 **Zn** 65,37 2 8 18 2	31 **Ga** 69,72 2 8 18 3	32 **Ge** 72,59 2 8 18 4	33 **As** 74,9216 2 8 18 5	34 **Se** 78,96 2 8 18 6	35 **Br** 79,909 2 8 18 7	36 **Kr** 83,80 2 8 18 8			N M L K
V	6	37 **Rb** 85,47 2 8 18 8 1	38 **Sr** 87,62 2 8 18 8 2	39 **Y** 88,905 2 8 18 9 2	40 **Zr** 91,22 2 8 10 18 8 2	41 **Nb** 92,906 1 2 8 12 18 8 2	42 **Mo** 95,94 1 2 8 13 18 8 2	43 **Tc** (99) 2 8 14 18 8 2		44 **Ru** 101,07 1 2 8 15 18 8 2	45 **Rh** 102,905 1 2 8 16 18 8 2	46 **Pd** 106,4 2 8 16 18 8 2	O N M L K
	7	47 **Ag** 107,87 1 2 8 18 18 8 2	48 **Cd** 112,40 2 2 8 18 18 8 2	49 **In** 114,82 2 2 8 18 18 9 2	50 **Sn** 118,69 2 2 8 18 18 10 2	51 **Sb** 121,75 2 2 8 18 18 11 2	52 **Te** 127,60 2 2 8 18 18 12 2	53 **I** 126,9044 2 2 8 18 18 13 2	54 **Xe** 131,30 2 2 8 18 18 14 2			O N M L K
VI	8	55 **Cs** 132,905 2 8 18 18 8 1	56 **Ba** 137,34 2 8 18 18 8 2	57 * **La** 138,91 2 8 18 18 9 2	72 **Hf** 178,49 2 8 10 32 18 8 2	73 **Ta** 180,948 2 8 11 32 18 8 2	74 **W** 183,85 2 8 12 32 18 8 2	75 **Re** 186,2 2 8 13 32 18 8 2		76 **Os** 190,2 2 8 14 32 18 8 2	77 **Ir** 192,2 2 8 15 32 18 8 2	78 **Pt** 195,09 1 2 8 17 32 18 8 2	P O N M L K
	9	79 **Au** 196,967 2 8 18 32 18 8 2 1	80 **Hg** 200,59 2 8 18 32 18 8 2 2	81 **Tl** 204,37 2 8 18 32 18 8 2 3	82 **Pb** 207,19 2 8 18 32 18 8 2 4	83 **Bi** 208,980 2 8 18 32 18 8 2 5	84 **Po** (210) 2 8 18 32 18 8 2 6	85 **At** (210) 2 8 18 32 18 8 2 7	86 **Rn** (222) 2 8 18 32 18 8 2 8			P O N M L K
VII	10	87 **Fr** (223) 2 8 18 32 18 8 2 1	88 **Ra** (226) 2 8 18 32 18 8 2 2	89 ** **Ac** (227) 2 8 18 32 18 9 2 2	104 **Ku** (260) 2 8 10 32 32 18 8 2 2							Q P O N M L K
OKSIIDI TÜÜPVALEM		R_2O	RO	R_2O_3	RO_2	R_2O_5	RO_3	R_2O_7		RO_4		
VESINIKÜÜHENDI TÜÜPVALEM					RH_4	RH_3	RH_2	RH				

* LANTANIIDID	58 **Ce** 140,12	59 **Pr** 140,907	60 **Nd** 144,24	61 **Pm** (145)	62 **Sm** 150,35	63 **Eu** 151,96	64 **Gd** 157,25	65 **Tb** 158,924	66 **Dy** 162,50	67 **Ho** 164,930	68 **Er** 167,26	69 **Tm** 168,934	70 **Yb** 173,04	71 **Lu** 174,97	P O N M L K
** AKTIINIIDID	90 **Th** 232,038	91 **Pa** (231)	92 **U** 238,03	93 **Np** (237)	94 **Pu** (242)	95 **Am** (243)	96 **Cm** (243)	97 **Bk** (249)	98 **Cf** (249)	99 **Es** (254)	100 **Fm** (255)	101 **Md** (256)	102 **No** (254)	103 **Lw** (257)	Q P O N M L K

S I S U K O R D

lk.

E e s s õ n a 3

Juhend 4

1. Aatomi keerulise ehituse eksperimentaalsed tõestused 5

2. Aatomi koostisosad 18

3. Aatomi elektroniline ehitus 41

4. Keemiliste elementide perioodilisuse süsteem ja aatomi ehitus 83

5. Keemiline side 124

Eluloolisi andmeid aatomi ehitust uurinud teadlaste kohta 166

D.I. Mendelejevi keemiliste elementide perioodilisuse süsteemi tabel 17o

Hind 15 kop.

A-29

TÜ RAAMATUKOGU
1 0300 00447593 7