

Tentamen (herkansing)
Algemene en Anorganische Chemie

18 januari 2010

NAAM:.....

STUDENTNUMMER LEIDEN:.....

Dit is de enige originele versie van jouw tentamen. Het bevat dit voorblad, een 'spiekbriefje', een periodiek systeem, een puntgroepentabel en vervolgens de opgaven.

Gebruik kladpapier om je antwoorden uit te werken. Neem daarna de berekeningen, tekeningen of ander antwoorden over op dit origineel.

SUCCES!

Resultaten: Opgave 1: /50

 Opgave 2: /50

Totaal: /100

Cijfer:

Fundamentele konstanten:

Elementaire lading:	$e = 1,602176462 \times 10^{-19} \text{ C}$
Atomaire massa-eenheid:	$1 \text{ amu} = 1,66053873 \times 10^{-24} \text{ g}$
Getal van Avogadro:	$N = 6,02214199 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Gasconstante:	$R = 8,314 \text{ J/mol-K} \quad R = 0,082058205 \text{ L-atm/mol-K}$
Omrekening gasdruk	$1 \text{ atm} = 760 \text{ mm Hg}$
Constante van Boltzmann:	$k = 1,3806503 \times 10^{-23} \text{ J/K}$
Constante van Faraday:	$F = 9,64853415 \times 10^4 \text{ C/mol}$
Lichtsnelheid:	$c = 2,99792458 \times 10^8 \text{ m/s}$
Constante van Planck:	$h = 6,62606876 \times 10^{-34} \text{ J-s}$
Omrekening Debye:	$1 \text{ D} = 3,34 \times 10^{-30} \text{ Cm}$
Inhoud bol	$= \frac{4}{3} \pi r^3$

Formules:

Wet van Coulomb:	$F(r) = (4\pi\epsilon_0)^{-1} * (Q_1 Q_2 / r^2)$
Coulomb energie:	$E(r) = (4\pi\epsilon_0)^{-1} * (Q_1 Q_2 / r)$
Dipoolmoment:	$\mu = Q * r$
Elektronegativiteit (Allred en Rochow):	$\chi = 0,359 Z^* / r^2 + 0,744$ (met r in Angström, Å)
Lichtsnelheid en frequentie:	$c = \lambda \nu$
Energie van een foton:	$E = h\nu$
Hoeksnelheid en frequentie:	$\omega = 2\pi\nu$
Waterstofatoom:	$\Delta E = -2,18 * 10^{-18} * [(1/n_f^2) - (1/n_i^2)]$
De Broglie golflengte	$\lambda = h / (mv)$
Heisenberg onzekerheidsrelatie	$(\Delta x)(\Delta mv) \geq h/4\pi$
Traagheidsmoment van een rotor:	$I = m_1 r_1^2 + m_2 r_2^2 + m_3 r_3^2 + \dots$ $I = \mu R_{A-B}^2$ (tweeatomige AB) $I = 2m_A R_{A-B}^2$ (lineair A-B-A)
Rotatieconstante:	$B = h / (8\pi^2 c I)$ (B gewoonlijk in cm^{-1})
Rotationale energie (lineaire rotor):	$F(J) = hcB J(J+1)$ (F gewoonlijk in cm^{-1})
Vibratoire energie:	$E(\nu) = (\nu + 0,5) h\nu$ (E gewoonlijk in cm^{-1} of kJ/mol)
Enthalpie:	$H = E + PV$
Gibbs vrije energie:	$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$
Entropie:	$S = k \ln W$
Systeem uit evenwicht:	$\Delta G = \Delta G^0 + RT \ln Q$
Henderson-Hasselbalch	$\text{pH} = \text{pK}_a + \log ([\text{base}] / [\text{zuur}])$

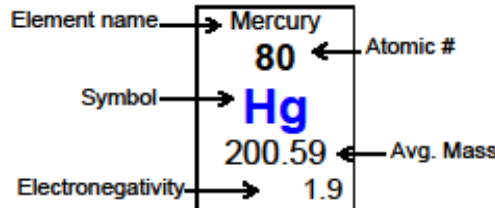
The Modern Periodic Table of the Elements

1		2																		18	
Hydrogen H 1.01 2.1																			Helium He 4.00 —		
Lithium Li 6.94 1.0	Beryllium Be 9.01 1.5																			Neon Ne 20.18 —	
Sodium Na 22.99 0.9	Magnesium Mg 24.31 1.2																			Argon Ar 39.95 —	
Potassium K 39.10 0.8	Calcium Ca 40.08 1.0	Scandium Sc 44.96 1.3	Titanium Ti 47.88 1.5	Vanadium V 50.94 1.6	Chromium Cr 52.00 1.6	Manganese Mn 54.94 1.5	Iron Fe 55.85 1.8	Cobalt Co 58.93 1.8	Nickel Ni 58.69 1.8	Copper Cu 63.55 1.9	Zinc Zn 65.39 1.5	Gallium Ga 69.72 1.5	Germanium Ge 72.61 1.8	Arsenic As 74.92 2.0	Selenium Se 78.96 2.4	Bromine Br 79.90 2.8	Krypton Kr 83.80 3.0				
Rubidium Rb 85.47 0.8	Strontium Sr 87.62 1.0	Yttrium Y 88.91 1.2	Zirconium Zr 91.22 1.4	Niobium Nb 92.91 1.6	Molybdenum Mo 95.94 1.8	Technetium Tc (98) 1.9	Ruthenium Ru 101.07 2.2	Rhodium Rh 102.91 2.2	Palladium Pd 106.42 2.2	Silver Ag 107.87 1.9	Cadmium Cd 112.41 1.7	Indium In 114.82 1.7	Tin Sn 118.71 1.8	Antimony Sb 121.76 1.9	Tellurium Te 127.60 2.1	Iodine I 126.90 2.5	Xenon Xe 131.29 2.6				
Cesium Cs 132.91 0.7	Barium Ba 137.33 0.9	57-70 *	Lanthanum La 174.97 1.1	Hafnium Hf 178.49 1.3	Tantalum Ta 180.95 1.5	Tungsten W 183.84 1.7	Rhenium Re 186.21 1.9	Osmium Os 190.23 2.2	Iridium Ir 192.22 2.2	Platinum Pt 195.08 2.2	Gold Au 196.97 2.4	Mercury Hg 200.59 1.9	Thallium Tl 204.38 1.8	Lead Pb 207.20 1.8	Bismuth Bi 208.98 1.9	Polonium Po (209) 2.0	Astatine At (210) 2.2	Radon Rn (222) 2.4			
Francium Fr (223) 0.7	Radium Ra (226) 0.9	89-102 **	Lawrencium Lr (262) —	Rutherfordium Rf (261) —	Dubnium Db (262) —	Seaborgium Sg (263) —	Bohrium Bh (262) —	Hassium Hs (265) —	Meitnerium Mt (266) —	Ununnilium Uun (271) —	Ununnilium Uuu (272) —	Ununbium Uub (277) —	Ununtrium Uut (284) —	Ununquadium Uuq (289) —	Ununpentium Uup (288) —	Ununhexium Uuh (291) —	Ununseptium Uus (294) —				

	Lanthanum 57 La 138.91 1.1	Cerium 58 Ce 140.12 1.1	Praseodymium 59 Pr 140.91 1.1	Neodymium 60 Nd 144.24 1.1	Promethium 61 Pm (145) 1.1	Samarium 62 Sm 150.36 1.2	Europium 63 Eu 151.97 1.1	Gadolinium 64 Gd 157.25 1.2	Terbium 65 Tb 158.93 1.1	Dysprosium 66 Dy 162.50 1.2	Holmium 67 Ho 164.93 1.2	Erbium 68 Er 167.26 1.2	Thulium 69 Tm 168.93 1.3	Ytterbium 70 Yb 173.04 1.1
	Actinium 89 Ac (227) 1.1	Thorium 90 Th 232.04 1.3	Protactinium 91 Pa 231.04 1.5	Uranium 92 U 238.03 1.4	Neptunium 93 Np (237) 1.4	Plutonium 94 Pu (244) 1.3	Americium 95 Am (243) 1.3	Curium 96 Cm (247) 1.3	Berkelium 97 Bk (247) 1.3	Californium 98 Cf (251) 1.3	Einsteinium 99 Es (252) 1.3	Fermium 100 Fm (257) 1.3	Mendelevium 101 Md (258) 1.3	Nobelium 102 No (259) 1.3

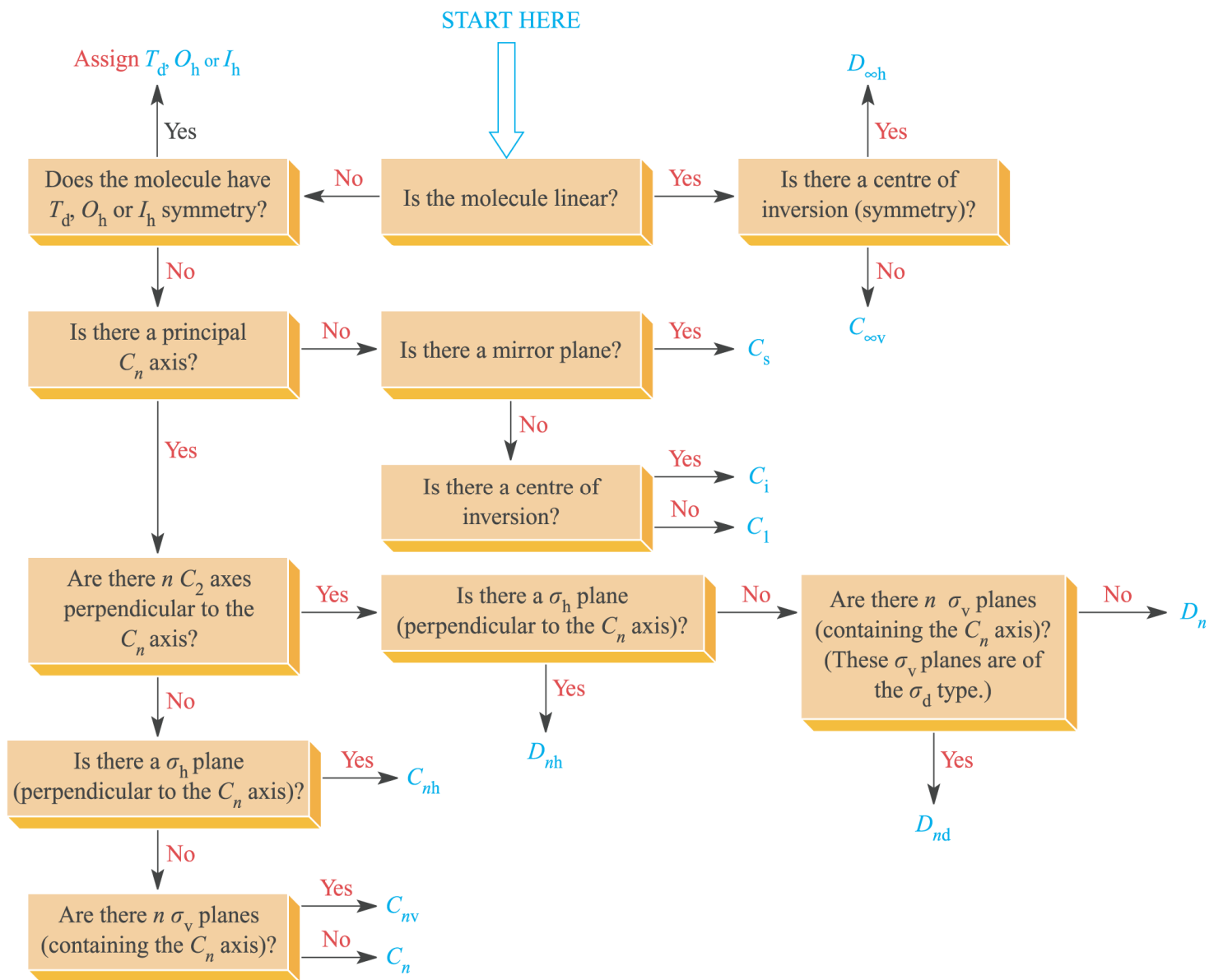
Average relative masses are 2001 values, rounded to two decimal places.

All average masses are to be treated as measured quantities, and subject to significant figure rules. Do not round them further when performing calculations.



*lanthanides

**actinides



Opgave 1 (50 punten)

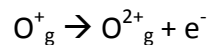
a) (5 punten) Noem vijf van de acht door de chemische industrie meest geproduceerde chemicaliën.

b) (5 punten) Vul onderstaande tabel in:

Chemische formule	Naam
	Kaliumcarbonaat
Na_2CrO_4	
	Fosforigzuur
$\text{Mg}(\text{BrO}_2)_2$	
SO_3	

c) (5 punten) Wat is de elektronaffiniteit en geef aan hoe die waarden verschillen tussen de halogeniden en de edelgassen.

d) (5 punten) Was is de effectieve kernlading Z^* voor het expliciet genoemde electron in de reactievergelijking voor de tweede ionisatie van zuurstof? Gebruik Slaterorbitalen.



e) (5 punten) Laat zien hoeveel van welke stoffen over zijn wanneer 5.00 g acetyleen (C_2H_2) wordt gehydrogeneerd met 1.00 g waterstof (H_2) tot ethaan (C_2H_6).

f) (5 punten) Vul onderstaande tabel in:

atoom/ion	verkorte elektronconfiguratie
Mg	
Sb	
As^{3-}	
U	
Ag^+	

g) (5 punten) Omcirkel het juiste antwoord en/of streep het foute antwoord door.

a. $BaSO_4$ is goed oplosbaar. waar / niet waar

b. Samenvoegen van $AgNO_{3,aq}$ en KI_{aq} geeft een neerslag waar / niet waar

c. De juiste elektronegativiteitsvolgorde is $Cl > Br > I > H$. waar / niet waar

d. De oxidatietoestand van S in $Al_2(SO_4)_3$ is +6. waar / niet waar

e. $2Au_{(s)} + 3Zn^{2+}_{aq} \rightarrow 2Au^{3+}_{aq} + 3Zn_{(s)}$ verloopt spontaan waar / niet waar

h) (5 punten) Vul onderstaande tabel in:

stof	Lewis structuur	electrondomein structuur	moleculaire structuur	puntgroep
XeF ₄				
SeCl ₄				

i) (5 punten) Schat de reactienthalpie voor $\text{CH}_3\text{OH}_{(l)} + \text{NH}_3_{(g)} \rightarrow \text{CH}_3\text{NH}_2_{(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$ op basis van de volgende bindingsenthalpieën (in kJ/mol):

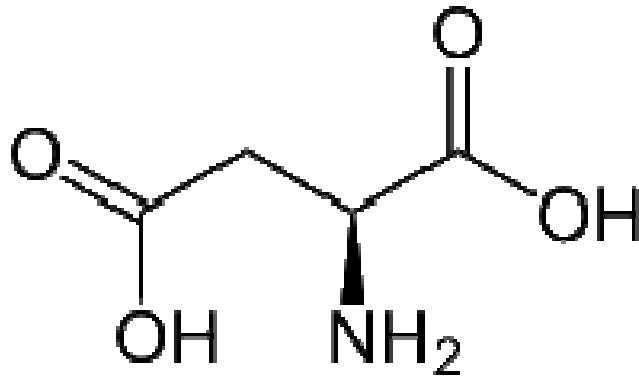
C-N	C=N	C-O	C=O	C-H	N-H	O-H
293	615	358	799	413	391	463

j) (5 punten) Teken het moleculaire orbitaaldiagram voor stikstofmonoxide, NO. Kies de juiste relatieve energieniveaus van de relevante N en O orbitalen en label de moleculaire orbitalen. Ga ervanuit dat de energetische ordening van σ_{2p} en π_{2p} dezelfde is als voor O₂.

Opgave 2 (50 punten)

L-asparaginezuur is één van 20 natuurlijke aminozuren die als bouwstenen van eiwitten fungeren. De molecuulformule van de stof is $\text{HOOC-CH}_2\text{-CH(NH}_2\text{)-COOH}$.

- a) (6 punten) Geef in onderstaande tekening bij elk van de vier koolstofatomen, de vier zuurstofatomen en het stikstofatoom aan wat de hybridisatie is.



- b) (8 punten) Maak een 3-dimensionale schets van de orbitalen die betrokken zijn bij de bindingen in een R-COOH groep en geef aan waar de σ en π bindingen zich bevinden.

L-asparaginezuur is een zuur met $pK_{1a}=1.99$, $pK_{a2} = 3.90$ en $pK_{a3} = 10.00$. De reden dat er drie pK_a 's gegeven zijn is dat er naast de twee zuurgroepen ook een aminogroep is, die geprotoneerd kan zijn. Normaliter geldt voor een carbonzuur een K_a in de orde van 10^{-4} en voor een aminogroep een K_a van ongeveer 10^{-9} . Slechts bij hoge pH is de aminogroep dus daadwerkelijk een NH_2 groep. L-asparaginezuur is in gedrag dus vergelijkbaar met andere drie-voudige zuren, zoals H_3PO_4 .

- c) (8 punten) Teken vier structuurformules waarin L-asparaginezuur, afhankelijk van pH, in oplossing kan voorkomen. HINT: Eén van de vier is een Zwitter-ion: een neutraal deeltje dat in zijn structuur geladen groepen of atomen herbergt.

structuurformule

- d) (2 punten) Geef de chemische evenwichtsvergelijking die bij K_{a1} hoort. Schrijf K_{a1} ook uit.

$K_{a1} =$

- e) (2 punten) Geef de chemische evenwichtsvergelijking die bij K_{a2} hoort. Schrijf K_{a2} ook uit.

$$K_{a2} =$$

- f) (2 punten) Geef de chemische evenwichtsvergelijking die bij K_{a3} hoort. Schrijf K_{a3} ook uit.

$$K_{a3} =$$

- g) (2 punten) Wat is de verhouding van het meest voorkomende zuur en zijn geconjugeerde base in een oplossing met $\text{pH} = 1.00$?

L-asparaginezuur is bij kamertemperatuur een vaste stof. Het heeft een molecuulmassa van 133.1 g/mol en het lost in 100 mL water op tot maximaal 0.539 g bij 25 °C.

- h) (2 punten) Wat is de concentratie van een verzadigde oplossing van L-asparaginezuur?
- i) (3 punten) Laat door een berekening zien dat het Zwitter-ion domineert wanneer een oplossing van 0.001 M L-asparaginezuur wordt gemaakt.
- j) (3 punten) Was is de pH van de verzadigde oplossing?

- k) (12 punten) Teken hieronder de titratiecurve die ontstaat wanneer 100 ml van die verzadigde L-asparaginezuur oplossing wordt getitreerd met 0.0405 M NaOH. Bereken daartoe de pH na toevoeging van 50, 100, 150, 200 en 250 mL. Gebruik de volgende pagina's voor berekeningen.

