

Bouwstenen van de Chemie

2018 – 2019

Schriftelijke deeltoets

02.10.2018

18.00 – 21.00 uur

Locatie: IWO 4.04B (Geel)

Schrijf duidelijk.

Vermeld je naam en collegekaartnummer boven aan elk vel papier.

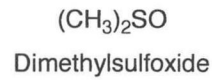
NB: Maak iedere opgave op een apart vel papier.

De volgende 5 opgaven dienen gemaakt te worden (100 punten in totaal).

Toegestane hulpmiddelen: rekenmachine. Het periodiek systeem, lijst met constanten en basic formules zijn te vinden achter de opgaven.

Succes!

Docenten: Prof. dr. Evert Jan Meijer, dr. Sape Kinderman

Opgave 1 Aceton en DMSO (17 punten)

- a) (3p) Geef de gebalanceerde reactievergelijking voor de verbranding van aceton met zuurstof.
- b) (2p) Hoeveel moleculen zijn er aanwezig in 348 milligram aceton?
- c) (2p) Is aceton polair? Verklaar je antwoord.
- d) (2p) Geef voor de koolstof atomen in aceton de hybridisatie en de bindingshoeken met de buuratomen weer.
- Vervanging van het centrale koolstofatoom in aceton door een zwavel atoom levert dimethylsulfoxide (DMSO) op.
- e) (2p) Teken de Lewis structuur van dimethylsulfoxide.
- f) (3p) Geef de formele lading aan van alle atomen in dimethylsulfoxide.
- g) (3p) Wat is de oxidatietoestand (oxidation number) van de atomen C, S en O in DMSO?

Opgave 2 Fotonen en Waterstofatoom (22 punten)

In deze opgave maken we gebruik van de volgende grootheden:

ν : frequentie van een lichtgolf

λ : golflengte van een lichtgolf

c : de snelheid van een lichtgolf (lichtsnelheid)

h : $h = 6.626 \times 10^{-34}$ J s

met h de constante van Planck

\mathcal{R} : Rydberg constante

Licht is een vorm van electromagnetische straling die beschreven wordt door een golf.

De relatie tussen de golflengte (λ), de frequentie (ν) en de snelheid van het licht (c) wordt gegeven door

$$\lambda \times \nu = c$$

- a) (4p) Wordt de golflengte van licht groter of kleiner als de frequentie toeneemt?
Verklaar je antwoord.

Licht heeft ook een deeltjeskarakter. Een lichtdeeltje wordt een foton genoemd.

De energie van een foton (E) hangt af van de frequentie (ν) van correponderende lichtgolf volgens de relatie:

$$E = h\nu$$

- b) (4p) Wat is de energie van een foton met een rode kleur dat een frequentie heeft van $\nu = 4.2 \times 10^{14}$ Hz?

De energieën van de elektronische toestanden in een waterstof atoom zijn gekwantitiseerd.

Ze worden aangeduidt met E_1, E_2, \dots

De Rydberg formule geeft waarden van de energieën:

$$E_n = -\frac{h\mathcal{R}}{n^2} \quad (n = 1, 2, \dots)$$

- c) (6p) Laat met behulp van de Rydbergformule zien dat het verschil tussen E_2 en E_1 groter is dan het verschil tussen E_3 en E_2 .

De elektronische toestand van een waterstofatoom kan veranderen van $n = 2$ naar $n = 1$ onder uitzending van een foton.

- d) (8p) Wat is de frequentie van het foton dat wordt uitgezonden?
Is de deze frequentie groter of kleiner dan de frequentie van het foton dat wordt uitgezonden als de elektronische toestand van het atoom van $n = 3$ naar $n = 2$ vervalst?

Opgave 3 Quantumechanica van deeltje in een doos (18 punten)

In deze opgave maken we gebruik van de volgende grootheden:

$$\hbar: \hbar = h/2\pi$$

h is de constante van Planck.

$$h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J s}$$

We beschouwen een deeltje dat is opgesloten in een één-dimensionale doos met grootte L . Het deeltje beweegt zich langs de x -as, en kan zich bevinden in het interval van $x = 0$ tot $x = L$.

Met behulp van de Schrodinger vergelijking kan bepaalt worden wat de energietoestanden zijn. De Schrödinger vergelijking voor het deeltje in de doos is

$$-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2\psi}{dx^2} = E\psi$$

Hier is $\psi(x)$ de golf functie, en zijn m en E de massa en de energie van het deeltje.

- a) (6p) Laat zien dat de golf functie $\psi(x) = \sin\left(\frac{\pi x}{L}\right)$ een oplossing is van de Schrödinger vergelijking, en bepaal de bijbehorende energie, uitgedrukt in m , L , en \hbar .

De volledige set van energieniveaus van het deeltje in de doos worden gegeven door

$$E_n = \frac{h^2}{8mL^2} n^2 \quad (n = 1, 2, \dots)$$

De laagst mogelijke energie, E_1 ($n = 1$), is groter dan nul. Dit is een karakteristieke eigenschap van de quantummechanica, en wordt aangeduid als nulpuntsenergie (zero-point energy).

- b) (6p) Hoe hangt de nulpuntsenergie af van de grootte van de doos (L) en de massa van het deeltje (m)?
- c) (6p) De massa van een electron is $m_e = 9.109 \times 10^{-31}$ kg. De massa van een mens is $m_{mens} = 100$ kg.
 Wat is de nulpuntsenergie van een electron in een doos ter grootte van 1 \AA (1.0×10^{-10} m)?
 Wat is de nulpuntsenergie van een mens in een doos ter grootte van 1 m?
 Waarom is de nulpuntsenergie wel relevant voor een electron en niet direct merkbaar voor een mens?

Opgave 4 Lewis structuren (18 punten)

a) (12p) Geef de Lewis structuur (inclusief mogelijke resonantiestructuren) van:



b) (6p) Geef de formele lading (indien niet gelijk aan nul) van de verschillende atomen in de bij (a) getekende structuren. Zet de lading in de tekening bij het desbetreffende atoom en omcirkel de lading.

$$\text{formele lading} = V - (L + \frac{1}{2} S)$$

V: aantal valentie elektronen; L: aantal lone-pair elektronen en S: aantal gedeelde elektronen.

Opgave 5 VSEPR en Valentiebindingstheorie (25 punten)

a) (4p) Leg uit hoe enkele en dubbele bindingen tussen twee atomen door de valentiebindingstheorie worden beschreven en laat dit zien d.m.v. een tekening.

b) (18p) Teken van de onderstaande verbindingen de ruimtelijke structuur m.b.v. het VSEPR model.



c) (3p) Geef van bovenstaande verbindingen de hybridisatie van het centrale atoom aan, waarmee de door jouw getekende ruimtelijke structuur is te verklaren.

SI PREFIXES

z
zepto-
10^{-21}
a
atto-
10^{-18}
f
femto
10^{-15}
p
pico-
10^{-12}
n
nano-
10^{-9}
μ
micro-
10^{-6}
m
milli-
10^{-3}
c
centi-
10^{-2}
d
deci-
10^{-1}
da
deka-
10
h
hecto-
10^2
k
kilo-
10^3
M
mega-
10^6
G
giga-
10^9
T
tera-
10^{12}
P
peta-
10^{15}

FUNDAMENTAL CONSTANTS

Name	Symbol	Value
Atomic mass constant	m_u	$1.660\ 54 \times 10^{-27}$ kg
Avogadro's constant	N_A	$6.022\ 14 \times 10^{23}$ mol ⁻¹
Boltzmann's constant	k	$1.380\ 65 \times 10^{-23}$ J·K ⁻¹
Fundamental charge	e	$1.602\ 18 \times 10^{-19}$ C
Faraday's constant	$F = N_A e$	$9.648\ 53 \times 10^4$ C·mol ⁻¹
Gas constant	$R = N_A k$	$8.314\ 46$ J·K ⁻¹ ·mol ⁻¹
		$8.314\ 46$ L·kPa·K ⁻¹ ·mol ⁻¹
		$8.205\ 74 \times 10^{-2}$ L·atm·K ⁻¹ ·mol ⁻¹
		$62.36\ 36$ L·Torr·K ⁻¹ ·mol ⁻¹
		$8.314\ 46 \times 10^{-2}$ L·bar·K ⁻¹ ·mol ⁻¹
Mass of electron	m_e	$9.109\ 38 \times 10^{-31}$ kg
Mass of neutron	m_n	$1.674\ 93 \times 10^{-27}$ kg
Mass of proton	m_p	$1.672\ 62 \times 10^{-27}$ kg
Planck's constant	h	$6.626\ 07 \times 10^{-34}$ J·s
	$\hbar = h/2\pi$	$1.054\ 57 \times 10^{-34}$ J·s
Rydberg constant	\mathcal{R}	$3.289\ 84 \times 10^{15}$ Hz
Speed of light	c	$2.997\ 92 \times 10^8$ m·s ⁻¹
Standard acceleration of free fall	g	$9.806\ 65$ m·s ⁻²
Vacuum permittivity	ϵ_0	$8.854\ 19 \times 10^{-12}$ J ⁻¹ ·C ² ·m ⁻¹

RELATIONS BETWEEN UNITS*

Property	Common unit	SI unit
Mass	2.205 lb (lb = pound)	1.000 kg
	1.000 lb	453.6 g
	1.000 oz (oz = ounce)	28.35 g
	1.000 ton (= 2000 lb)	907.2 kg
	1 t (t = tonne, metric ton)	10³ kg
Length	1.094 yd (yd = yard)	1.000 m
	0.3937 in. (in. = inch)	1.000 cm
	0.6214 mi (mi = mile)	1.000 km
	1 in.	2.54 cm
	1 ft (ft = foot)	30.48 cm
	1.000 yd	0.9144 m
	1 Å (Å = ångström)	10⁻¹⁰ m
Volume	1 L (L = liter)	10³ cm³, 1 dm³
	1.000 gal (gal = gallon) [†]	3.785 dm ³ (3.785 L)
	1.00 ft ³ (ft ³ = cubic foot)	2.83×10^{-2} m ³ (28.3 L)
	1.00 qt (qt = quart) [†]	9.46×10^{-2} m ³ (0.946 L)
Time	1 min (min = minute)	60 s
	1 h (h = hour)	3600 s
	1 day	86 400 s
Pressure	1 atm (atm = atmosphere)	$1.013\ 25 \times 10^5$ Pa
	1.000 Torr or 1.000 mmHg	133.3 Pa
	1.000 psi (psi = pounds per square inch)	6.895 kPa
	1 bar	10⁵ Pa
Energy	1 cal	4.184 J
	1 eV	1.60218×10^{-19} J; 96.485 kJ·mol ⁻¹
	1 C·V	1 J
	1 kWh (kWh = kilowatt hour)	3.600×10^3 kJ
	1 L·atm	101.325 J

Temperature conversions (Fahrenheit temperature)/°F = $\frac{5}{9}$ × (Celsius temperature)/°C + 32
 (Celsius temperature)/°C = $\frac{9}{5}$ × {(Fahrenheit temperature)/°F - 32}
 (Kelvin temperature)/K = (Celsius temperature)/°C + 273.15

*Entries in boldface type are exact.

[†]The European and Canadian Imperial quart and gallon are 1.201 times as large.

University of Amsterdam
 Faculty of Science, Education Service Centre
 P.O. Box 94214, NL-1090 GE Amsterdam
 Phone +31 20 525 7100

