



Απαντήσεις ασκήσεων και προβλημάτων για τη Φυσικοχημεία του Atkins

Peter Bolgar
Haydn Lloyd
Aimee North
Vladimiras Oleinikovas
Stephanie Smith
και
James Keeler

Τμήμα χημείας
Πανεπιστήμιο του Κέμπριτζ,
Ηνωμένο Βασίλειο

Αριθμητικές λύσεις προβλημάτων

από τον Jack Entwistle

Κολλέγιο Selwyn και Τμήμα Χημείας
Πανεπιστήμιο του Κέμπριτζ

Πρόλογος

Το αρχείο αυτό είναι μια συλλογή των αριθμητικών λύσεων των (α) *Ασκήσεων* και των περιττού αριθμού *Ερωτήσεων ανάπτυξης και Προβλημάτων* από τη μετάφραση της 11ης αγγλικής έκδοσης της *Φυσικοχημείας του Atkins*. Στις απαντήσεις έχουν συμπεριληφθεί και απαντήσεις προβλημάτων όπου απαιτείται η εξαγωγή ενός τύπου ή μιας έκφρασης, υπό την προϋπόθεση ότι η απόδειξη δεν είναι πολύ περίπλοκη.

Σφάλματα και παραλείψεις

Σε ένα τέτοιο έργο αναμφίβολα θα έχουν παρεισφρήσει και κάποια λάθη, παρά την προσπάθεια των συγγραφέων να τα αποφύγουν. Οι αναγνώστες που βρίσκουν τέτοια λάθη είναι ευπρόσδεκτοι να μας τα κοινοποιήσουν μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου.

1 Οι ιδιότητες των αερίων

1Α Το τέλειο αέριο

A1A.1(α) 810 Torr 0,962 atm

A1A.2(α) όχι 24,4 atm

A1A.3(α) 3,42 bar 3,38 atm

A1A.4(α) 30 lb in⁻².

A1A.5(α) 0,0427 bar $4,27 \times 10^5$ Pa

A1A.6(α) S₈.

A1A.7(α) 6,2 kg

A1A.8(α) $x_{O_2} = 0,240$ $x_{N_2} = 0,760$ $p_{O_2} = 0,237$ bar $p_{N_2} = 0,750$ bar $x_{N_2} = 0,780$
 $x_{O_2} = 0,210$ $p_{N_2} = 0,770$ bar $p_{O_2} = 0,207$ bar

A1A.9(α) 0,169 kg mol⁻¹

A1A.10(α) $\theta = -273$ °C

A1A.11(α) $x_{H_2} = \frac{2}{3}$ $x_{N_2} = \frac{1}{3}$ $p_{H_2} = 2,0 \times 10^5$ Pa $p_{N_2} = 1,0 \times 10^5$ Pa $p_{ολ} = 3,0 \times 10^5$ Pa

Π1A.1 $1,15 \times 10^5$ Pa 8,315 JK⁻¹ mol⁻¹

Π1A.3 0,082062 atm dm³ mol⁻¹ K⁻¹

Π1A.5 $p = \rho RT/M$ 45,94 g mol⁻¹

Π1A.7 24,5 Pa 9,14 kPa 24,5 Pa

Π1A.9 μεταξύ 0,27 km³ και 0,41 km³

Π1A.11 -2 Pa 0,25 atm

Π1A.13 $c_{CCl_3F} = 1,1 \times 10^{-11}$ mol dm⁻³ $c_{CCl_2F_2} = 2,2 \times 10^{-11}$ mol dm⁻³
 $c_{CCl_3F} = 8,0 \times 10^{-13}$ mol dm⁻³ $c_{CCl_2F_2} = 1,6 \times 10^{-12}$ mol dm⁻³

1Β Η κινητική θεωρία

A1B.1(α) 9,975

A1B.2(α) $v_{rms,H_2} = 1,90$ km s⁻¹ $v_{rms,O_2} = 478$ ms⁻¹

A1B.3(α) $6,87 \times 10^{-3}$

A1B.4(α) 1832 m s⁻¹

A1B.5(α) $v_{mp} = 333$ m s⁻¹ $v_{μέση} = 376$ m s⁻¹ $v_{rel} = 531$ m s⁻¹

A1B.6(α) $1,7 \times 10^{10}$ s⁻¹

A1B.7(α) 475 ms⁻¹ 82,9 nm $8,10 \times 10^9$ s⁻¹

A1B.8(α) 0,20 Pa

A1B.9(α) $1,4 \times 10^{-6}$ m = 1,4 μm

Π1B.3 $v_{μέση, νέα} \approx 0,493 v_{μέση}$

Π1B.5 $3,02 \times 10^{-3}$ για $n = 3$ $4,89 \times 10^{-6}$ για $n = 4$

Π1B.7 $1,12 \times 10^4$ m s⁻¹ $5,04 \times 10^3$ m s⁻¹

Π1Β.9 0,0722 στους 300 K 0,0134 στους 1000 K

Π1Β.11 $9,7 \times 10^{10} \text{ s}^{-1}$

1Γ Πραγματικά αέρια

Α1Γ.1(α) 0,99 atm $1,8 \times 10^3$ atm

Α1Γ.2(α) $a = 0,0761 \text{ kgm}^5 \text{ s}^{-2} \text{ mol}^{-2}$ $b = 2,26 \times 10^{-5} \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1}$

Α1Γ.3(α) 0,88 $1,2 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$

Α1Γ.4(α) 140 atm

Α1Γ.5(α) 50,7 atm 35,2 atm 0,695

Α1Γ.6(α) $1,78 \text{ atm dm}^6 \text{ mol}^{-2}$ $0,0362 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$ 153 pm

Α1Γ.7(α) $1,41 \times 10^3 \text{ K}$ 175 pm

Α1Γ.8(α) 8,7 atm $3,6 \times 10^3 \text{ K}$ 4,5 atm $2,6 \times 10^3 \text{ K}$ 0,18 atm 47 K

Α1Γ.9(α) $4,6 \times 10^{-5} \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1}$ 0,66

Π1Γ.1 1,62 atm

Π1Γ.3 0,929 $0,208 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$

Π1Γ.5 501,0 K

Π1Γ.7 $0,1353 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$ 0,6957 0,5914

Π1Γ.9 $0,0594 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$ $5,849 \text{ atm dm}^6 \text{ mol}^{-2}$ 20,48 atm

Π1Γ.11 $0,03464 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$ $1,262 \text{ atm dm}^6 \text{ mol}^{-2}$

Π1Γ.13 $V_m = 3C/B$ $T = B^2/3CR$ $p = B^3/27C^2$

Π1Γ.15 $B' = 0,0868 \text{ atm}^{-1}$ $B = 2,12 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$

Π1Γ.19 $1 + \frac{bp}{RT}$ 1,11

Π1Γ.21 $-0,01324 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$ $1,063 \times 10^{-3} \text{ dm}^6 \text{ mol}^{-2}$

Π1Γ.23 $V_m = 13,6 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$ 2%

Δ1.1 $v = \left(\frac{2RT}{M} \right)^{1/2}$

Δ1.3 $0,071 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$

2 Εσωτερική ενέργεια

2Α Εσωτερική ενέργεια

A2A.1(α) $8,7 \text{ kJ mol}^{-1}$ $7,4 \text{ kJ mol}^{-1}$ $7,4 \text{ kJ mol}^{-1}$

A2A.3(α) -76 J

A2A.4(α) $q = +2,68 \text{ kJ}$ $w = -2,68 \text{ kJ}$ $\Delta U = 0$ $q = +1,62 \text{ kJ}$ $w = -1,62 \text{ kJ}$ $\Delta U = 0$
 $q = 0$ $w = 0$ $\Delta U = 0$

A2A.5(α) $p_f = 1,33 \text{ atm}$ $\Delta U = +1,25 \text{ kJ}$ $q = +1,25 \text{ kJ}$ $w = 0$

A2A.6(α) -88 J $-1,7 \times 10^2 \text{ J}$

Π2A.1 $6,2 \text{ kJ mol}^{-1}$

Π2A.3 $1 \frac{1}{2} a l^2 - \frac{2}{5} b l^{\frac{5}{2}}$

Π2A.7 $-1,7 \text{ kJ}$ $-1,8 \text{ kJ}$ $-1,5 \text{ kJ}$

Π2A.9 $-1,5 \text{ kJ}$ $-1,6 \text{ kJ}$

2Β Ενθαλπία

A2B.1(α) $C_{p,m} = 30 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ $C_{v,m} = 22 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

A2B.2(α) $-5,0 \text{ kJ mol}^{-1}$

A2B.3(α) $q_p = +10,7 \text{ kJ}$ $w = -624 \text{ J}$ $\Delta U = +10,1 \text{ kJ}$ $\Delta H = +10,7 \text{ kJ}$ $q_V = +10,1 \text{ kJ}$
 $w = 0$ $\Delta U = +10,1 \text{ kJ}$ $\Delta H = +10,7 \text{ kJ}$

A2B.4(α) $q_p = \Delta H = +2,2 \text{ kJ}$ $\Delta U = +1,6 \text{ kJ}$

Π2B.1 11 min

Π2B.2 $62,2 \text{ kJ}$

Π2B.5 $w = 0$ $\Delta U = q_V = +2,35 \text{ kJ}$ $\Delta H = 3,0 \text{ kJ}$

2Γ Θερμοχημεία

A2Γ.1(α) $q = \Delta H = +22,5 \text{ kJ}$ $w = -1,6 \text{ kJ}$ $\Delta U = +21 \text{ kJ}$

A2Γ.2(α) $-4,57 \times 10^3 \text{ kJ mol}^{-1}$

A2Γ.3(α) -167 kJ mol^{-1}

A2Γ.4(α) $1,58 \text{ kJ K}^{-1}$ $+3,07 \text{ K}$

A2Γ.5(α) $\Delta_r H^\ominus(3) = -114,40 \text{ kJ mol}^{-1}$ $\Delta_r U^\ominus = -112 \text{ kJ mol}^{-1}$ $\Delta_f H^\ominus(\text{HCl}, \text{g}) = -92,31 \text{ kJ mol}^{-1}$
 $\Delta_f H^\ominus(\text{H}_2\text{O}, \text{g}) = -241,82 \text{ kJ mol}^{-1}$

A2Γ.6(α) $-1368 \text{ kJ mol}^{-1}$

A2Γ.7(α) $\Delta_r H^\ominus(298\text{K}) = +131,29 \text{ kJ mol}^{-1}$ $\Delta_r U^\ominus(298\text{K}) = +128,81 \text{ kJ mol}^{-1}$

$\Delta_r H^\ominus(478\text{K}) = +134,1 \text{ kJ mol}^{-1}$ $\Delta_r U^\ominus(478\text{K}) = +130 \text{ kJ mol}^{-1}$

A2Γ.8(α) -394 kJ mol^{-1}

Π2Γ.1 37 K $4,1 \text{ kg}$

Π2Γ.3 $+52,98 \text{ kJ mol}^{-1}$ $-32,56 \text{ kJ mol}^{-1}$

$$\text{Π2Γ.5 } -1,27 \times 10^3 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\text{Π2Γ.7 } \Delta_c H^\ominus = -25966 \text{ kJ mol}^{-1} \quad \Delta_f H^\ominus = +2355,1 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\text{Π2Γ.9 } -803 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\text{Π2Γ.11 } -2,80 \times 10^3 \text{ kJ mol}^{-1} \quad -2,80 \times 10^3 \text{ kJ mol}^{-1} \quad -1,27 \times 10^3 \text{ kJ mol}^{-1} \quad 2,69 \times 10^3 \text{ kJ mol}^{-1}$$

2Δ Καταστατικές συναρτήσεις και τέλεια διαφορικά

$$\text{A2Δ.1(α) } 501 \text{ Pa}$$

$$\text{A2Δ.2(α) } \Delta U_m = +130 \text{ J mol}^{-1} \quad q = +7,52 \text{ kJ mol}^{-1} \quad w = -7,39 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\text{A2Δ.3(α) } +1,3 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1}$$

$$\text{A2Δ.4(α) } +20 \text{ atm}$$

$$\text{A2Δ.5(α) } +44,2 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

$$\text{Π2Δ.1 } 0,80 \text{ m} \quad 1,6 \text{ m} \quad 2,8 \text{ m}$$

$$\text{Π2Δ.5 } \kappa_T R = \alpha(V_m - b)$$

$$\text{Π2Δ.9 } 23 \text{ K MPa}^{-1} \quad 14 \text{ K MPa}^{-1}$$

2Ε Αδιαβατικές μεταβολές

$$\text{A2Α.1(α) Με δονητική συνεισφορά } \gamma_{\text{αμμωνίας}} = \frac{10}{9} \quad \gamma_{\text{μεθανίου}} = \frac{13}{12}$$

$$\text{Χωρίς δονητική συνεισφορά } \gamma_{\text{αμμωνίας}} = \gamma_{\text{μεθανίου}} = \frac{4}{3}$$

$$\text{A2Α.2(α) } 1,3 \times 10^2 \text{ K}$$

$$\text{A2Α.3(α) } V_f = 8,46 \text{ dm}^3 \quad 258 \text{ K} \quad -877 \text{ J}$$

$$\text{A2Α.4(α) } -194 \text{ J}$$

$$\text{A2Α.5(α) } 9,7 \text{ kPa}$$

$$\text{Π2Α.1 } T_f = 194 \text{ K} \quad w_{\text{ad}} = -2,79 \text{ kJ} \quad \Delta U = -2,79 \text{ kJ}$$

$$\Delta 2.7 -2,6 \text{ kJ}$$

3 Ο Δεύτερος και ο Τρίτος Νόμος

3Α Εντροπία

A3A.1(α) όχι αυθόρμητη

A3A.2(α) +366 J +309 J

A3A.3(α) +3,1 J K⁻¹

A3A.4(α) $\Delta S = +2,9 \text{ J K}^{-1}$ $\Delta S_{\text{περ}} = -2,9 \text{ J K}^{-1}$ $\Delta S_{\text{ολ}} = 0$ $\Delta S = +2,9 \text{ J K}^{-1}$ $\Delta S_{\text{περ}} = 0$

$\Delta S_{\text{ολ}} = +2,9 \text{ J K}^{-1}$ $\Delta S = \Delta S_{\text{περ}} = \Delta S_{\text{ολ}} = 0$

A3A.5(α) 191 K

A3A.6(α) 24,1%

Π3A.1 $q = +2,74 \text{ kJ}$ $w = -2,74 \text{ kJ}$ $\Delta U = 0$ $\Delta H = 0$ $\Delta S = +9,13 \text{ J K}^{-1}$ $\Delta S_{\text{περ}} = -9,13 \text{ J K}^{-1}$

$\Delta S_{\text{ολ}} = 0$ $q = +1,66 \text{ kJ}$ $w = -1,66 \text{ kJ}$ $\Delta U = 0$ $\Delta H = 0$ $\Delta S = +9,13 \text{ J K}^{-1}$

$\Delta S_{\text{περ}} = -5,54 \text{ J K}^{-1}$ $\Delta S_{\text{ολ}} = +3,59 \text{ J K}^{-1}$

Π3A.3 $V_B = 2,00 \text{ dm}^3$ $V_C = 3,19 \text{ dm}^3$ $V_D = 1,60 \text{ dm}^3$ $q_1 = +215 \text{ J}$ $q_2 = 0$ $q_3 = -157 \text{ J}$

$q_4 = 0$ $|w| = +58 \text{ J}$ 27%

Π3A.5 $|q| \times \left(\frac{T_h}{T_c} - 1 \right)$

3Β Μεταβολές εντροπίας που συνοδεύουν ειδικές διεργασίες

A3B.1(α) +30 kJ mol⁻¹

A3B.2(α) +87,8 J K⁻¹ mol⁻¹ -87,8 J K⁻¹ mol⁻¹

A3B.3(α) +4,55 J K⁻¹ mol⁻¹

A3B.4(α) 153 J K⁻¹ mol⁻¹

A3B.5(α) $T_f = 298 \text{ K}$ $\Delta S_1 = -31,0 \text{ J K}^{-1}$ $\Delta S_2 = +33,7 \text{ J K}^{-1}$ $\Delta S_{\text{ολ}} = +2,7 \text{ J K}^{-1}$

A3B.6(α) -22,1 J K⁻¹

A3B.7(α) +87,3 J K⁻¹

Π3B.1 $\Delta S = -21,3 \text{ J K}^{-1}$ $\Delta S_{\text{περ}} = +21,7 \text{ J K}^{-1}$ $\Delta S_{\text{ολ}} = +0,4 \text{ J K}^{-1}$ αυθόρμητη

$\Delta S = +110 \text{ J K}^{-1}$ $\Delta S_{\text{περ}} = -111 \text{ J K}^{-1}$ $\Delta S_{\text{ολ}} = -1,5 \text{ J K}^{-1}$ όχι αυθόρμητη

Π3B.3 +10,7 J K⁻¹ mol⁻¹

Π3B.5 $\frac{m}{M} C_{p,m} \ln \left(\frac{(T_c + T_h)^2}{4(T_c \times T_h)} \right) + 22,6 \text{ J K}^{-1}$

Π3B.7 $\Delta S = +45,4 \text{ J K}^{-1}$ $\Delta S = 0 \text{ J K}^{-1}$ $\Delta S_{\text{περ}} = +51,2 \text{ J K}^{-1}$

Π3B.9 +477 J K⁻¹ mol⁻¹

Π3B.11 +7,5 × 10² J 6,11 × 10³ J +6,86 kJ 68,6 s

3Γ Η μέτρηση της εντροπίας

A3Γ.1(α) $4,8 \times 10^{-3} \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

A3Γ.2(α) -386,1 J K⁻¹ mol⁻¹ +92,6 J K⁻¹ mol⁻¹ -153,1 J K⁻¹ mol⁻¹

$$\text{A3}\Gamma.3(\alpha) -99,38 \text{ J K}^{-1}$$

$$\text{Π3}\Gamma.1 76,04 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

$$\text{Π3}\Gamma.3 0,93 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \quad 63,9 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \quad 64,8 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \quad 64,8 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \text{ στους } 298 \text{ K} \\ 62,4 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \text{ στους } 273 \text{ K}$$

$$\text{Π3}\Gamma.5 +42,08 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \quad +41,16 \text{ kJ mol}^{-1} \text{ στους } 298 \text{ K} \\ +41,15 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \quad +40,8 \text{ kJ mol}^{-1} \text{ στους } 398 \text{ K}$$

$$\text{Π3}\Gamma.7 89,0 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \text{ στους } 100 \text{ K} \quad 173,8 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \text{ στους } 200 \text{ K} \\ 243,9 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \text{ στους } 300 \text{ K}$$

$$\text{Π3}\Gamma.9 a = 2,569 \text{ JK}^{-4} \text{ mol}^{-1} \quad b = 2,080 \text{ JK}^{-2} \text{ mol}^{-1} \quad S_m(0) + \frac{a}{3} T^3 + bT \quad 11,01 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

3Δ Επικεντρώνοντας στο σύστημα

$$\text{A3}\Delta.1(\alpha) \Delta_r H^\circ = -636,6 \text{ kJ mol}^{-1} \quad \Delta_r G^\circ = -521,5 \text{ kJ mol}^{-1} \quad \Delta_r H^\circ = +53,40 \text{ kJ mol}^{-1} \\ \Delta_r G^\circ = +25,8 \text{ kJ mol}^{-1} \quad \Delta_r H^\circ = -224,3 \text{ kJ mol}^{-1} \quad \Delta_r G^\circ = -178,7 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\text{A3}\Delta.2(\alpha) -480,98 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\text{A3}\Delta.3(\alpha) 817,90 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\text{A3}\Delta.4(\alpha) -522,1 \text{ kJ mol}^{-1} \quad +25,78 \text{ kJ mol}^{-1} \quad -178,6 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\text{A3}\Delta.5(\alpha) -340 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\text{Π3}\Delta.1 49,9 \text{ bar} \quad 900 \text{ K} \quad +50,7 \text{ J K}^{-1} \quad -11,5 \text{ J K}^{-1} \quad \Delta U_A = +24,0 \text{ kJ} \quad \Delta U_B = 0 \quad +3,46 \times 10^3 \text{ J} \quad 0$$

$$\text{Π3}\Delta.3 -47 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\text{Π3}\Delta.5 \Delta_r G_1^\circ = +965 \text{ kJ mol}^{-1} \quad \Delta_r G_2^\circ = -961 \text{ kJ mol}^{-1} \quad \Delta_r G^\circ = +4 \text{ kJ mol}^{-1}$$

3Ξ Συνδυάζοντας τον Πρώτο και τον Δεύτερο Νόμο

$$\text{A3}\Lambda.1(\alpha) -17 \text{ J}$$

$$\text{A3}\Lambda.2(\alpha) -36,5 \text{ J K}^{-1}$$

$$\text{A3}\Lambda.3(\alpha) -85,40 \text{ J}$$

$$\text{A3}\Lambda.4(\alpha) +10 \text{ kJ} \quad +1,6 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\text{A3}\Lambda.5(\alpha) -1,6 \times 10^2 \text{ J mol}^{-1}$$

$$\text{A3}\Lambda.6(\alpha) +11 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\text{Π3}\Lambda.1 \Delta_r G^\circ(298 \text{ K}) = -514,38 \text{ kJ mol}^{-1} \quad \Delta_r H^\circ(298 \text{ K}) = -565,96 \text{ kJ mol}^{-1} \\ \Delta G(375 \text{ K}) = -501 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\text{Π3}\Lambda.3 22 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\text{Π3}\Lambda.5 \left(\frac{\partial T}{\partial p} \right)_s = \left(\frac{\partial V}{\partial S} \right)_p \quad \left(\frac{\partial p}{\partial T} \right)_v = \left(\frac{\partial S}{\partial V} \right)_T \quad \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_p = \left(\frac{\partial S}{\partial p} \right)_T$$

$$\text{Π3}\Lambda.7 G_m(p_f) = G_m(p_i) + RT \ln \left(\frac{p_f}{p_i} \right) + b(p_f - p_i) \quad V_m = \frac{RT}{p} - \frac{a}{pRT}$$

$$G_m(p_f) = G_m(p_i) + RT \ln \left(\frac{p_f}{p_i} \right) - \frac{a}{RT} \ln \left(\frac{p_f}{p_i} \right)$$

$$\Delta 3.1 -20,8 \text{ K} \quad +37,1 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

$$\Delta 3.3 +19,5 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

4 Φυσικοί μετασχηματισμοί καθαρών ουσιών

4A Διαγράμματα φάσεων καθαρών ουσιών

A4A.1(α) μία φάση δύο φάσεις τρεις φάσεις δύο φάσεις

A4A.2(α) 0,71 J

A4A.3(α) 4

A4A.4(α) εμβαδόν

A4A.5(α) δύο φάσεις μία φάση μία φάση

4B Θερμοδυναμική σκοπιά μεταπτώσεων φάσης

A4B.1(α) $\Delta\mu(\text{υγρό}) = -65 \text{ J mol}^{-1}$ $\Delta\mu(\text{στερεό}) = -43 \text{ J mol}^{-1}$ υγρό

A4B.2(α) -699 J mol

A4B.3(α) $+70 \text{ J mol}^{-1}$

A4B.4(α) 2,71 kPa

A4B.5(α) $15,9 \text{ kJ mol}^{-1}$ $45,2 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

A4B.6(α) 304 K 31,2 °C

A4B.7(α) $20,801 \text{ kJ mol}^{-1}$

A4B.8(α) $34,08 \text{ kJ mol}^{-1}$ 350,4 K 77,30 °C

A4B.9(α) $2,8 \times 10^2 \text{ K}$ 8,7 °C

A4B.10(α) $9,6 \times 10^{-5} \text{ K}$

A4B.11(α) 25 g s^{-1}

A4B.12(α) νερό 1,7 kg βενζόλιο 31 kg υδράργυρος 1,4 g

A4B.13(α) 49 kJ mol^{-1} $4,9 \times 10^2 \text{ K}$ $2,2 \times 10^2 \text{ °C}$ $99 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

A4B.14(α) 273 K $-0,35 \text{ °C}$

Π4B.1 $-3,10 \text{ kJ mol}^{-1}$ 7,62 %

Π4B.3 9,08 atm 920 kPa

Π4B.5 $-22,0 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ $-109,9 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ $+110 \text{ J mol}^{-1}$

Π4B.7 234,4 K

Π4B.9 84 °C $38,0 \text{ kJ mol}^{-1}$

Π4B.11 $d \ln p/dT = \Delta_{\text{sub}}H/RT^2$ $31,7 \text{ kJ mol}^{-1}$

Π4B.13 1,31 kPa

Π4B.15 $T = \left(\frac{1}{T_0} + \frac{R}{\Delta_{\text{vap}}H} \frac{a}{H} \right)^{-1}$ 363 K 89,6 °C

$$\Delta 4.1 \quad (p/\text{kPa}) = 4,80 + (3,18 \times 10^4) \times [(T/\text{K}) - 278,65]$$

$$(p/\text{kPa}) = 4,80 \times \exp \left[-3,70 \times 10^3 \left(\frac{1}{T/\text{K}} + \frac{1}{278,65} \right) \right]$$

$$(p/\text{kPa}) = 4,80 \times \exp \left[-4,98 \times 10^3 \left(\frac{1}{T/\text{K}} + \frac{1}{278,65} \right) \right]$$

$$\Delta 4.3 \quad N = 17$$

$$\Delta 4.5 \quad 1,60 \times 10^4 \text{ bar}$$

5 Απλά μείγματα

5A Η θερμοδυναμική περιγραφή των μειγμάτων

$$A5A.1(\alpha) V_B = (35,6774 - 0,91846 x + 0,051975 x^2) \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1}$$

$$A5A.2(\alpha) V_B = 17,5 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1} \quad V_A = 18,1 \text{ cm}^3$$

$$A5A.3(\alpha) -1,2 \text{ J mol}^{-1}$$

$$A5A.4(\alpha) +1,2 \text{ J K}^{-1} \quad -3,5 \times 10^2 \text{ J}$$

$$A5A.5(\alpha) 6,7 \text{ kPa}$$

$$A5A.6(\alpha) 886,8 \text{ cm}^3$$

$$A5A.7(\alpha) 56,3 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1}$$

$$A5A.8(\alpha) 6,4 \times 10^3 \text{ kPa}$$

$$A5A.9(\alpha) 3,7 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$$

$$A5A.10(\alpha) 3,4 \times 10^{-3} \text{ mol kg}^{-1} \quad 3,37 \times 10^{-2} \text{ mol kg}^{-1}$$

$$A5A.11(\alpha) 0,17 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$\Pi 5A.3 +4,70 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \quad +4,711 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \quad 0,01 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

$$\Pi 5A.7 4,2934 \text{ mol kg}^{-1}$$

5B Οι ιδιότητες των λύσεων

$$A5B.1(\alpha) 1,3 \times 10^2 \text{ kPa}$$

$$A5B.2(\alpha) 84,9 \text{ g mol}^{-1}$$

$$A5B.3(\alpha) 381 \text{ g mol}^{-1}$$

$$A5B.4(\alpha) 273,08 \text{ K}$$

$$A5B.5(\alpha) 273,06 \text{ K}$$

$$A5B.6(\alpha) \Delta_{\text{mix}}G = -3,10 \times 10^3 \text{ J} \quad \Delta_{\text{mix}}S = +10,4 \text{ J K}^{-1} \quad \Delta_{\text{mix}}H = 0$$

$$A5B.7(\alpha) \frac{1}{2} \quad 0,8600$$

$$A5B.8(\alpha) 0,137 \text{ mol kg}^{-1} \quad 24,3 \text{ g}$$

$$A5B.9(\alpha) p_B = 6,1 \text{ Torr} \quad p_A = 32 \text{ Torr} \quad p_{\text{ολ}} = 38 \text{ Torr} \quad y_{\text{CCl}_4} = 0,84 \quad y_{\text{Br}_2} = 0,16$$

$$A5B.10(\alpha) x_{\text{μεθυλοβενζολίου}} = 0,92 \quad x_{1,2\text{-διμεθυλοβενζολίου}} = 0,08$$

$$y_{\text{μεθυλοβενζολίου}} = 0,97 \quad y_{1,2\text{-διμεθυλοβενζολίου}} = 0,03$$

$$A5B.11(\alpha) x_A = 0,267 \quad x_B = 0,733 \quad 58,6 \text{ kPa}$$

$$A5B.12(\alpha) \text{ ιδανικό} \quad y_A = 0,830 \quad y_B = 0,170$$

$$\Pi 5B.3 V_{\text{προπιονικού οξέος}} = 75,6 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1} \quad V_{\text{THF}} = 99,1 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1}$$

$$\Pi 5B.5 -4,64 \text{ kJ}$$

$$\Pi 5B.7 1,39 \times 10^4 \text{ g mol}^{-1}$$

$$\Pi 5B.9 1,25 \times 10^5 \text{ g mol}^{-1} \quad B = 1,23 \times 10^4 \text{ mol}^{-1} \text{ dm}^3$$

$$\Pi 5B.11 \frac{1}{2}$$

$$\Pi 5B.13 M_J = 1,26 \times 10^5 \text{ g mol}^{-1} \quad B = 4,80 \times 10^4 \text{ mol}^{-1} \text{ dm}^3$$

5Γ Διαγράμματα φάσεων δυαδικών συστημάτων: υγρά

$$A5\Gamma.1(\alpha) \gamma_M = 0,354 \quad \gamma_M = 0,811$$

$$A5\Gamma.3(\alpha) x_P = 0,150 \quad \frac{n_{0,161}}{n_{0,042}} = 9,68$$

$$P5\Gamma.1 \gamma_B = 0,91 \quad \gamma_{MB} = 0,085$$

$$P5\Gamma.3 \ 6,4 \text{ kPa} \quad \gamma_B = 0,77 \quad \gamma_{MB} = 0,23 \quad p_{\text{ολ}} = 4,5 \text{ kPa}$$

$$P5\Gamma.5 \ 625 \text{ Torr} \quad 500 \text{ Torr} \quad x_H = 0,5 \quad \gamma_H = 0,3 \quad x_H = 0,7 \quad \gamma_H = 0,5 \quad \frac{n_l}{n_v} = 1,1$$

5Δ Διαγράμματα φάσεων δυαδικών συστημάτων: στερεά

$$A5\Delta.4(\alpha) x_B \approx 0,25 \quad T_2 \approx 190 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$A5\Delta.6(\alpha) 76\% \quad \frac{n_{Ag_3Sn}}{n_{Ag}} = 1,11 \quad \frac{n_{Ag_3Sn}}{n_{Ag}} = 1,46$$

$$P5\Delta.3 \text{ (είδη, φάσεις): } b(3,2), d(2,2), e(4,3), f(4,3), g(4,3), k(2,2)$$

$$P5\Delta.5 \text{ ευτηκτικά: } x_{Si} = 0,056 \text{ στους } 800 \text{ }^\circ\text{C}, x_{Si} = 0,402 \text{ στους } 1268 \text{ }^\circ\text{C}, x_{Si} = 0,694 \text{ στους } 1030 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\frac{n_{Ca_2Si}}{n_{Ca-\text{πλούσιο σε υγρό}}} = 0,7 \quad \frac{n_{Si}}{n_{\text{υγρ}}} = 0,53 \quad \frac{n_{Si}}{n_{CaSi_2}} = 0,67$$

$$P5\Delta.7 \ x_1 = 0,167 \quad x_2 = 0,805 \quad \frac{n_{x=0,805}}{n_{x=0,167}} = 10,6 \quad 302,5 \text{ }^\circ\text{C}$$

5Ε Διαγράμματα φάσεων τριαδικών συστημάτων

$$E5E.1 \ 3$$

$$A5E.3(\alpha) x_{CHCl_3} = 0,30 \quad x_{CH_3COOH} = 0,20 \quad x_{H_2O} = 0,50 \quad \text{περιοχή δύο φάσεων με σύσταση } a'_2 \text{ σε περίπου πενταπλάσια αφθονία από τη φάση με σύσταση } a''_2$$

$$A5E.5(\alpha) 13 \text{ mol dm}^{-3} \quad 24 \text{ mol dm}^{-3}$$

5ΣΤ Ενεργότητες

$$A5\Sigma T.1(\alpha) 0,5903$$

$$A5\Sigma T.2(\alpha) a_A = 0,833 \quad a_B = 0,125 \quad \gamma_A = 0,926$$

$$A5\Sigma T.3(\alpha) a_P = 0,498 \quad \gamma_P = 1,24 \quad a_M = 0,667 \quad \gamma_M = 1,11$$

$$A5\Sigma T.5(\alpha) 0,9$$

$$A5\Sigma T.6(\alpha) 2,74 \text{ g} \quad 2,92 \text{ g}$$

$$A5\Sigma T.7(\alpha) 0,56$$

$$A5\Sigma T.8(\alpha) B = 1,96$$

$$\Delta 5.3 \text{ KC} = 371 \text{ bar}$$

$$\Delta 5.5 \ 56 \text{ } \mu\text{g} \quad 14 \text{ } \mu\text{g} \quad 1,7 \times 10^2 \text{ } \mu\text{g}$$

6 Χημική ισορροπία

6A Η σταθερά ισορροπίας

A6A.1(α) $n_A = 0,90 \text{ mol}$ $n_B = 1,2 \text{ mol}$

A6A.2(α) -64 kJ mol^{-1}

A6A.3(α) εξώεργη

A6A.6(α) $K = 3,24 \times 10^{91}$ $K = 3,03 \times 10^{-5}$

A6A.7(α) $1,4 \times 10^{46}$

A6A.8(α) -44 kJ mol^{-1} -33 kJ mol^{-1} -27 kJ mol^{-1} $-4,4 \text{ kJ mol}^{-1}$ $+1,3 \text{ kJ mol}^{-1}$
 $5,84 \times 10^5$ $5,84 \times 10^5$

A6A.9(α) $2,85 \times 10^{-6}$

A6A.10(α) $K = K_c \times (c^\ominus RT/p^\ominus)$

A6A.11(α) $x_A = 0,087$ $x_B = 0,369$ $x_C = 0,195$ $x_D = 0,347$ $0,32$ $+2,8 \text{ kJ mol}^{-1}$

A6A.12(α) $+12 \text{ kJ mol}^{-1}$

A6A.13(α) -14 kJ mol^{-1}

A6A.14(α) $-1,1 \times 10^3 \text{ kJ mol}^{-1}$

Π6A.1 $+4,48 \text{ kJ mol}^{-1}$ $0,101 \text{ atm}$ $0,102 \text{ bar}$

Π6A.3 $n_{\text{H}_2} = 6,67 \times 10^{-3} \text{ mol}$ $n_{\text{I}_2} = 0,107 \text{ mol}$ $n_{\text{HI}} = 0,787 \text{ mol}$

6B Η επίδραση των συνθηκών στην ισορροπία

A6B.1(α) $0,141$ $13,4$

A6B.2(α) $-68,26 \text{ kJ mol}^{-1}$ $9,22 \times 10^{11}$ $1,27 \times 10^9$

A6B.3(α) $1,5 \times 10^3 \text{ K}$

A6B.4(α) $+2,77 \text{ kJ mol}^{-1}$ $-16,5 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

A6B.5(α) 50%

A6B.6(α) $x_{\text{βορνεόλης}} = 0,904$ $x_{\text{ισοβορνεόλης}} = 0,096$

A6B.7(α) $+52,9 \text{ kJ mol}^{-1}$ $-52,9 \text{ kJ mol}^{-1}$

A6B.8(α) 1109 K

A6B.9(α) $3,07$ $-6,48 \text{ kJ mol}^{-1}$ $70,2 \text{ kJ mol}^{-1}$ $110 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

Π6B.1 $-92,2 \text{ kJ mol}^{-1}$

Π6B.3 $-\frac{3}{2} R(CT - B)$ $+70,5 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

Π6B.5 $K = 2,79 \times 10^{-6}$ $\Delta_r G^\ominus = +153 \text{ kJ mol}^{-1}$ $\Delta_r H^\ominus = +3,00 \times 10^2 \text{ kJ mol}^{-1}$ $\Delta_r S^\ominus = +102 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

Π6B.7 $K = 1,35$ στους 437 K $K = 0,175$ στους 471 K $\Delta_r H^\ominus = -103 \text{ kJ mol}^{-1}$

Π6B.9 $1,2 \times 10^8$ $2,7 \times 10^3$

Π6B.11 $-225,34 \text{ kJ mol}^{-1}$

6Γ Ηλεκτροχημικά στοιχεία

$$\text{A6}\Gamma.1(\alpha) +1,56 \text{ V} \quad +0,40 \text{ V} \quad -1,10 \text{ V}$$

$$\text{A6}\Gamma.2(\alpha) +1,10 \text{ V} \quad +0,22 \text{ V} \quad +1,23 \text{ V}$$

$$\text{A6}\Gamma.3(\alpha) -0,619 \text{ V}$$

$$\text{A6}\Gamma.4(\alpha) -212 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\text{A6}\Gamma.5(\alpha) +0,030 \text{ V}$$

$$\text{Π6}\Gamma.1 +1,23 \text{ V} \quad +1,09 \text{ V}$$

$$\text{Π6}\Gamma.3 \text{ 2,0}$$

6Δ Δυναμικά ηλεκτροδίων

$$\text{A6}\Delta.1(\alpha) 6,4 \times 10^9 \quad 1,5 \times 10^{12}$$

$$\text{A6}\Delta.2(\alpha) 8,445 \times 10^{-17}$$

$$\text{A6}\Delta.3(\alpha) -0,46 \text{ V} \quad \Delta_r G^\ominus = +89 \text{ kJ mol}^{-1} \quad \Delta_r H^\ominus = +146,39 \text{ kJ mol}^{-1} \quad \Delta_r G^\ominus (308\text{K}) = +87 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\text{A6}\Delta.4(\alpha) \text{ \acute{o}\chi\iota}$$

$$\text{Π6}\Delta.1 +0,324 \text{ V} \quad +0,45 \text{ V}$$

$$\text{Π6}\Delta.3 -0,6111 \text{ V} \quad -0,22 \text{ V} \quad +0,4139 \text{ V}$$

$$\text{Π6}\Delta.5 -324 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \quad -571 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta 6.1 -77 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta 6.3 E_{\text{στ}}^\ominus = 1,0304 \text{ V} \quad \Delta_r G = -236,81 \text{ kJ mol}^{-1} \quad \Delta_r G^\ominus = -198,84 \text{ kJ mol}^{-1} \quad K = 7,11 \times 10^{34}$$

$$\gamma_{\pm} = 0,761 \quad \gamma_{\pm} = 0,750 \quad \Delta_r H = -263 \text{ kJ mol}^{-1} \quad \Delta_r S = -87,2 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

$$\Delta 6.5 \gamma_{\pm,1} = 0,501 \quad \gamma_{\pm,2} 0,549$$

$$\Delta 6.9 41\% \quad 77\% \quad 41\%$$

$$\Delta 6.11 +0,206 \text{ V}$$

7 Κβαντική θεωρία

7A Οι απαρχές της κβαντικής μηχανικής

A7A.1(α) $9,7 \times 10^{-6} \text{ m}$

A7A.2(α) 580 K

A7A.3(α) $(5,49 \times 10^{-2}) \times 3R$

A7A.4(α) $6,6 \times 10^{-19} \text{ J}$ $4,0 \times 10^2 \text{ kJ mol}^{-1}$ $6,6 \times 10^{-20} \text{ J}$ 40 kJ mol^{-1} $6,6 \times 10^{-34} \text{ J}$
 $4,0 \times 10^{-13} \text{ kJ mol}^{-1}$

A7A.5(α) 330 zJ 199 kJ mol^{-1} 360 zJ 217 kJ mol^{-1} 496 zJ 298 kJ mol^{-1}

A7A.6(α) $19,9 \text{ km s}^{-1}$ $20,8 \text{ km s}^{-1}$ $24,4 \text{ km s}^{-1}$

A7A.7(α) $2,77 \times 10^{18}$ $2,77 \times 10^{20}$

A7A.8(α) όχι εκπομπή ηλεκτρονίου $3,19 \times 10^{-19} \text{ J}$ 837 km s^{-1}

A7A.9(α) 21 m s^{-1}

A7A.10(α) $7,27 \times 10^6 \text{ m s}^{-1}$ 150 V

A7A.11(α) $2,4 \times 10^{-2} \text{ m s}^{-1}$

A7A.12(α) 332 pm

A7A.13(α) $6,6 \times 10^{-29} \text{ m}$ $6,6 \times 10^{-36} \text{ m}$ 99,8 pm

Π7A.1 $1,54 \times 10^{-33} \text{ J m}^{-3}$ $2,51 \times 10^{-4} \text{ J m}^{-3}$

Π7A.5 $6,54 \times 10^{-34} \text{ J s}$

Π7A.9 500 nm μπλε-πράσινο

7B Κυματοσυναρτήσεις

A7B.1(α) $N = (2/L)^{1/2}$

A7B.2(α) $N = (2a/\pi)^{1/4}$

A7B.3(α) μπορεί να κανονικοποιηθεί δεν μπορεί να κανονικοποιηθεί

A7B.4(α) 0

A7B.5(α) 1/4

A7B.6(α) μήκος⁻¹

A7B.7(α) δεν μπορεί να κανονικοποιηθεί δεν μπορεί μπορεί

A7B.8(α) Μέγιστα στα $x = L/4, 3L/4$, Κόμβος στο $x = L/2$

Π7B.1 $N = (2\pi)^{-1/2}$ $N = (2\pi)^{-1/2}$

Π7B.3 $N = 2/\sqrt{L_x L_y}$ $N = 2/L$

Π7B.5 0,0183

Π7B.7 $2,00 \times 10^{-2}$ $6,91 \times 10^{-3}$ $6,58 \times 10^{-6}$ 0,5

Π7B.9 $8,95 \times 10^{-6}$ $1,21 \times 10^{-6}$

Π7B.11 $x = \pm a$

7Γ Τελεστές και παρατηρήσιμα μεγέθη

A7Γ.6(α) $L/2$

A7Γ.7(α) 0

A7Γ.8(α) $\pi \quad \pi$

A7Γ.9(α) $1,05 \times 10^{-28} \text{ ms}^{-1} \quad 1,05 \times 10^{-27} \text{ m}$

A7Γ.10(α) $7,01 \times 10^{-10} \text{ m}$

Π7Γ.1 Ναι -1 Ναι $+1$ Όχι

Π7Γ.7 $1/a$

Π7Γ.11 $\langle x \rangle = 0 \quad \langle x^2 \rangle = 1/4a \quad \langle p_x \rangle = 0 \quad \langle p_x^2 \rangle = \hbar^2 a \quad \Delta x = (4a)^{-1/2} \quad \Delta p_x = \hbar\sqrt{a}$

Π7Γ.13 $-1/x^2 \quad 2x$

7Δ Μεταφορική κίνηση

A7Δ.1(α) $3 \times 10^{-25} \text{ kg m s}^{-1} \quad 5 \times 10^{-20} \text{ J}$

A7Δ.2(α) $e^{-i(2,7 \times 10^{33} \text{ m}^{-1})x}$

A7Δ.3(α) $1,8 \times 10^{-19} \text{ J} \quad 1,1 \times 10^2 \text{ kJ mol}^{-1} \quad 1,1 \text{ eV} \quad 9,1 \times 10^3 \text{ cm}^{-1} \quad 6,6 \times 10^{-19} \text{ J}$

$4,0 \times 10^2 \text{ kJ mol}^{-1} \quad 4,1 \text{ eV} \quad 3,3 \times 10^4 \text{ cm}^{-1}$

A7Δ.5(α) 0,04 0

A7Δ.8(α) $\lambda_C/2$

A7Δ.9(α) $L/6, L/2, 5L/6 \quad 0, L/3, 2L/3, L$

A7Δ.10(α) $-0,174$

A7Δ.11(α) $n = \frac{2mkTL^2}{h^2} - \frac{1}{2} \quad 1,24 \times 10^{16}$

A7Δ.12(α) Μέγιστα στα $(x, y): (L/4, L/4), (L/4, 3L/4), (3L/4, L/4), (3L/4, 3L/4)$, κόμβοι στα $x = L/2$ και παράλληλα στον άξονα $y, y = L/2$ και παράλληλα στον άξονα x

A7Δ.13(α) (1, 4)

A7Δ.14(α) 3

A7Δ.15(α) 0,84

Π7Δ.1 $6,2 \times 10^{-41} \text{ J} \quad 2,2 \times 10^9 \quad 1,8 \times 10^{-30} \text{ J}$

Π7Δ.3 $\langle x \rangle = \frac{L}{2} \quad \langle x^2 \rangle = \frac{L^2}{3} - \frac{1}{2\pi^2}$

Π7Δ.5 $3,30 \times 10^{-19} \text{ J} \quad 4,98 \times 10^{14} \text{ Hz}$ χαμηλότερη αυξάνει

Π7Δ.11 $1,20 \times 10^6$

Π7Δ.15 $n_1 + n_2 - 2''$

7Ε Δονητική κίνηση

A7Ε.1(α) $4,30 \times 10^{-21} \text{ J}$

A7Ε.2(α) 278 N m^{-1}

A7Ε.3(α) $2,64 \times 10^{-6} \text{ m}$

A7Ε.5(α) $5,61 \times 10^{-21} \text{ J}$

$$\text{A7E.6(α)} \quad 4,09 \times 10^{-20} \text{ J} \quad 18,1 \text{ pm} \quad 1,29 \times 10^{-20} \text{ J} \quad 32,2 \text{ pm}$$

$$\text{A7E.7(α)} \quad 3 \quad 4$$

$$\text{A7E.8(α)} \quad y = -1, +1$$

$$\text{A7E.9(α)} \quad y = \pm 1$$

$$\text{Π7E.1} \quad 4,04 \times 10^{14} \text{ Hz} \quad 5,63 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

$$\text{Π7E.3} \quad \nu_{\text{H}_2} = 93,27 \text{ THz} \quad \nu_{\text{H}_2} = 76,15 \text{ THz}$$

$$\text{Π7E.5} \quad 2,99 \times 10^3 \text{ cm}^{-1} \quad k_f = \mu(2\pi\nu c)^2 \quad 1902 \text{ N m}^{-1} \quad 2080 \text{ cm}^{-1}$$

$$\text{Π7E.7} \quad 1420 \text{ cm}^{-1}$$

$$\text{Π7E.9} \quad g = (mk_f)^{1/2}/2\hbar \quad E = \frac{1}{2}\hbar(k_f/m)^{1/2}$$

$$\text{Π7E.13} \quad P = 0,112$$

$$\text{Π7E.17} \quad v = 0$$

7ΣΤ Περιστροφική κίνηση

$$\text{A7ΣΤ.1(α)} \quad 2^{1/2}\hbar \quad -\hbar, 0, \hbar$$

$$\text{A7ΣΤ.3(α)} \quad N = (2\pi)^{-1/2}$$

$$\text{A7ΣΤ.5(α)} \quad 3,32 \times 10^{-22} \text{ J}$$

$$\text{A7ΣΤ.6(α)} \quad 2,11 \times 10^{-22} \text{ J}$$

$$\text{A7ΣΤ.7(α)} \quad 4,22 \times 10^{-22} \text{ J}$$

$$\text{A7ΣΤ.8(α)} \quad 1,49 \times 10^{-34} \text{ J s}$$

$$\text{A7ΣΤ.10(α)} \quad 3 \quad \theta = \pi/2, 0,684, 2,46$$

$$\text{A7ΣΤ.11(α)} \quad \phi = \pi/2, 3\pi/2 \quad yz \text{ επίπεδο} \quad \phi = 0, \pi \quad xz \text{ επίπεδο}$$

$$\text{A7ΣΤ.12(α)} \quad 7$$

$$\text{A7ΣΤ.14(α)} \quad \theta = \pi/4 \quad \theta = 0,420$$

$$\text{Π7ΣΤ.1} \quad 7,88 \times 10^{-19} \text{ J} \quad 5,273 \times 10^{-34} \text{ J s} \quad 5,23 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

Π7ΣΤ.3 είναι διαχωρίσιμη

$$\text{Π7ΣΤ.5} \quad E_{0,0} = 0 \quad E_{2,-1} = 6\hbar/2I \quad E_{3,+3} = 12\hbar/2I \quad J_{z(0,0)} = 0 \quad J_{z(2,-1)} = -\hbar \quad J_{z(3,+3)} = 3\hbar$$

$$\text{Δ7.1} \quad +74,81 \text{ kJ mol}^{-1} \quad +80,8... \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \quad T = 812 \text{ K} \quad 2,9 \times 10^{-6} \text{ m} \quad 1,84 \times 10^{-6}$$

8 Ατομική δομή και ατομικά φάσματα

8Α Υδρογονοειδή άτομα

$$A8A.1(\alpha) 1 \quad 9 \quad 25$$

$$A8A.2(\alpha) N = (a_0^3 \pi)^{-1/2}$$

$$A8A.3(\alpha) Z^3 / (8a_0^3)$$

$$A8A.4(\alpha) r = 4a_0 / Z$$

$$A8A.5(\alpha) 0,347a_0$$

$$A8A.6(\alpha) r = (3 \pm \sqrt{3})(3a_0 / 2Z)$$

$$A8A.7(\alpha) \theta = \pi/2 \quad \phi = \pi/2$$

$$A8A.8(\alpha) (3 + \sqrt{5})(a_0 / Z)$$

$$A8A.9(\alpha) 4a_0 / Z$$

$$A8A.10(\alpha) 3 \text{ υποστιβάδες} \quad 9 \text{ τροχιακά}$$

$$A8A.12(\alpha) 0$$

$$Π8A.1 \quad x = 0, \quad y = 0, \quad z = 2a_0 / Z$$

$$Π8A.3 \quad -2,17927 \times 10^{-18} \text{ J}$$

Π8A.5 Ακτινικοί κόμβοι: 3s στο $r = (3a_0 / 2Z)(3 \pm \sqrt{3})$, 3p στο $r = 6a_0 / Z$, 3d κανέναν. Γωνιακοί κόμβοι: 3s κανέναν, 3p επίπεδο yz, 3d επίπεδο xz και yz $\langle r \rangle = (27a_0) / (2Z)$

$$Π8A.7 \quad \sigma = 2,66a_0$$

$$Π8A.9 \quad - \frac{Z^2 e^4 m_e}{32\pi^2 \epsilon_0^2 \hbar^2} \times \frac{1}{n^2}$$

$$Π8A.11 \quad 2a_{0,H} \quad \frac{1}{2} E_{h,H}$$

8Β Πολυηλεκτρονιακά άτομα

$$A8B.2(\alpha) 14$$

$$A8B.4(\alpha) [\text{Ar}] 3d^8$$

$$A8B.5(\alpha) \text{Li}$$

$$Π8B.1 \quad a_0 / 126$$

8Γ Ατομικά φάσματα

$$A8Γ.1(\alpha) n_2 = 2 \quad n_1 = \infty$$

$$A8Γ.2(\alpha) 3,29 \times 10^5 \text{ cm}^{-1} \quad 30,4 \text{ nm} \quad 9,87 \text{ PHz}$$

A8Γ.3(α) απαγορευμένη επιτρεπόμενη επιτρεπόμενη

$$A8Γ.4(\alpha) {}^2P_{1/2}, {}^2P_{3/2}$$

$$A8Γ.5(\alpha) j = \frac{5}{2}, \frac{3}{2} \quad j = \frac{7}{2}, \frac{5}{2}$$

$$A8Γ.6(\alpha) l = 1$$

$$A8Γ.7(\alpha) L = 2 \quad S = 0 \quad J = 2$$

$$\text{A8}\Gamma.8(\alpha) S = 1, 0 \quad 3, 1 \quad S = \frac{3}{2}, \frac{1}{2} \quad 4, 1$$

$$\text{A8}\Gamma.9(\alpha) M_S = 0 \quad S = 0 \quad M_S = 0, \pm 1 \quad S = 1$$

$$\text{A8}\Gamma.10(\alpha) {}^3D_3, {}^3D_2, {}^3D_1, {}^1D_2 \quad {}^3D_1$$

$$\text{A8}\Gamma.11(\alpha) J = 0 \quad 1 \quad J = \frac{3}{2}, \frac{1}{2} \quad 4 \quad 2 \quad J = 2, 1, 0 \quad 5, 3, 1$$

$$\text{A8}\Gamma.12(\alpha) {}^2S_{1/2} \quad {}^2P_{3/2}, {}^2P_{1/2}$$

$$\text{A8}\Gamma.13(\alpha) -(3/2)hc\tilde{A} \quad +hc\tilde{A}$$

A8Γ.14(α) επιτρεπόμενη απαγορευμένη επιτρεπόμενη

$$\text{Π8}\Gamma.1 \quad n_1 = 6 \quad \text{για } n_2 = 8, 9 \text{ και } 10 \quad \lambda = 7502,5 \text{ nm}, 5908,3 \text{ nm και } 5128,7 \text{ nm}$$

$$\text{Π8}\Gamma.3 \quad \tilde{\nu}_{3 \rightarrow 2} ({}^4\text{He}^+) = 60.956,8 \text{ cm}^{-1} \quad \tilde{\nu}_{3 \rightarrow 2} ({}^3\text{He}^+) = 60.954,1 \text{ cm}^{-1} \quad \tilde{\nu}_{2 \rightarrow 1} ({}^4\text{He}^+) = 329.167 \text{ cm}^{-1}$$

$$\tilde{\nu}_{2 \rightarrow 1} ({}^3\text{He}^+) = 329.152 \text{ cm}^{-1}$$

$$\text{Π8}\Gamma.5 \quad 5,39 \text{ eV}$$

$$\text{Π8}\Gamma.7 \quad \tilde{A} = 38,5 \text{ cm}^{-1}$$

$$\text{Π8}\Gamma.9 \quad 7 \quad 621 \text{ cm}^{-1} \quad 10.288 \text{ cm}^{-1} \quad 11.522 \text{ cm}^{-1} \quad 6,803 \text{ eV}$$

$$\text{Π8}\Gamma.11 \quad \Delta l = \pm 1, \Delta m_l = \pm 1$$

$$\Delta 8.1 \quad {}^2S_{1/2} \rightarrow {}^2P_{1/2} \quad {}^2S_{1/2} \rightarrow {}^2P_{3/2} \quad 411.289 \text{ cm}^{-1} \quad 24,3138 \text{ nm} \quad 1,23301 \times 10^{16} \text{ Hz} \quad 43a_0/4$$

$$\Delta 8.3 \quad 17,9 \text{ T m}^{-1}$$

9 Μοριακή δομή

9Α Θεωρία δεσμού σθένους

9Β Θεωρία μοριακών τροχιακών: το μοριακό ιόν του υδρογόνου

$$A9B.1(\alpha) N = 1 (1 + \lambda^2 + 2\lambda S)^{1/2}$$

$$A9B.2(\alpha) \psi_i = 0,163A + 0,947B \quad \psi_j = 1,02A - 0,412B$$

$$A9B.3(\alpha) R = 2,5 a_0 \quad 2,0 \text{ eV}$$

$$Π9B.1 \quad 1,87 \times 10^6 \text{ J mol}^{-1} \quad 1,52 \times 10^{-30} \text{ J mol}^{-1}$$

9Γ Θεωρία μοριακών τροχιακών: ομοπυρηνικά διατομικά μόρια

$$A9Γ.1(\alpha) \quad 1 \quad 0 \quad 2$$

$$A9Γ.4(\alpha) \text{ Σε σειρά αυξανόμενου ατομικού αριθμού: } 1, 0, 1, 2, 3, 2, 1, 0$$

$$A9Γ.6(\alpha) \quad 3,70 \times 10^5 \text{ m s}^{-1}$$

$$Π9Γ.1 \quad R/a_0 = 8,03 \quad 0,29$$

9Δ Θεωρία μοριακών τροχιακών: ετεροπυρηνικά διατομικά μόρια

$$A9Δ.5(\alpha) \quad \alpha_H = -7,18 \text{ eV} \quad \alpha_{Cl} = -8,29 \text{ eV}$$

$$A9D.6(\alpha) \quad E_- = -8,88 \text{ eV} \quad E_+ = -6,59 \text{ eV}$$

$$A9D.7(\alpha) \quad E_- = -8,65 \text{ eV} \quad E_+ = -7,05 \text{ eV}$$

9Ε Θεωρία μοριακών τροχιακών: πολυατομικά μόρια

$$A9E.2(\alpha) \quad 7\alpha + 7\beta \quad 5\alpha + 7\beta$$

$$A9E.3(\alpha) \quad E_{\text{απεντ}} = 0 \quad E_{\text{bf}} = 7\beta \quad E_{\text{απεντ}} = 2\beta \quad E_{\text{bf}} = 7\beta$$

$$A9E.5(\alpha) \quad 14\alpha + 19,3\beta \quad 14\alpha + 19,5\beta$$

$$Π9E.7 \quad \alpha + 2\beta \quad \alpha - \beta \text{ (διπλά εκφυλισμένο)} \quad E_{\text{ολ,H}_3^+} = 2\alpha + 4\beta \quad E_{\text{ολ,H}_3} = 3\alpha + 3\beta \quad E_{\text{ολ,H}_3^-} = 4\alpha + 2\beta$$

$$-417 \text{ kJ mol}^{-1} \quad -208 \text{ kJ mol}^{-1} \quad E_{\text{ολ,H}_3^+} = 2\alpha - 834 \text{ kJ mol}^{-1} \quad E_{\text{ολ,H}_3} = 3\alpha - 625 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$E_{\text{ολ,H}_3^-} = 4\alpha - 416 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$Π9E.11 \quad -4,96 \text{ eV} \quad 1,52\beta$$

$$Δ9.5 \quad E_{\text{LUMO}} \text{ V με σειρά εμφάνισης: } 0,078, 0,023, -0,067, -0,165, -0,260 \quad -2,99 \text{ eV} \quad -0,25 \text{ V}$$

$$-3,11 \text{ eV} \quad -0,18 \text{ V}$$

10 Μοριακή συμμετρία

10Α Σχήμα και συμμετρία

A10A.2(α) D_{2h}

A10A.3(α) R_3 C_{2v} D_{3h} $D_{\infty h}$

A10A.4(α) C_{2v} D_{3h} C_{3v} D_{2h}

A10A.5(α) C_{2v} C_{2h}

Π10A.1 D_{3d} Ανάκλιντρο: D_{3d} Λουτήρας: C_{2v} D_{2h} D_3 D_{4d}

Π10A.3 Αιθέριο: D_{2h} Αλλένιο: D_{2d} D_{2h} D_{2d} D_2 D_2

Π10A.5 D_{2h} C_{2h} C_{2v}

10Β Θεωρία ομάδων

$$A10B.1(\alpha) D(\sigma_h) = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 \end{pmatrix}$$

$$A10B.2(\alpha) D(\sigma_h)D(C_3) = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \end{pmatrix} S_3 \text{ πράξη}$$

A10B.5(α) A_2' E' A_1' E' E'

A10B.6(α) τρία

A10B.7(α) δύο

Π10B.9 A_1 B_2 B_1 A_1 B_2 B_1 A_2

10Γ Εφαρμογές της συμμετρίας

A10Γ.1(α) μηδέν

A10Γ.2(α) απαγορευμένη

A10Γ.4(α) $2s$ $2p_z$ $2p_y$ d_{z^2} $d_{x^2-y^2}$ d_{yz}

A10Γ.5(α) κανένα d_{xy}

A10Γ.6(α) B_1 , B_2 , και A_1 x , y και z πολωμένο φως αντίστοιχα

A10Γ.7(α) $2A_1 + B_1 + E$

A10Γ.8(α) $A_{1g} + B_{1g} + E_u$

A10Γ.9(α) A_{2u} ή E_{1u} B_{3u} , B_{2u} , ή B_{1u}

Π10Γ.1 $A_1 + T_2$ $2s$ p_x , p_y , και p_z d_{xy} , d_{yz} , και d_{zx}

Π10Γ.3 δεν μηδενίζεται απαραίτητα

Π10Γ.5 κανένα

$$\begin{aligned} \text{Π10Γ.7 } \psi^{(A_{1g})} &= \frac{1}{4} (s_A + s_B + s_C + s_D) & \psi^{(B_{2u})} &= \frac{1}{4} (s_A + s_B + s_C + s_D) \\ \psi^{(B_{3u})} &= \frac{1}{4} (s_A + s_B + s_C + s_D) & \psi^{(B_{1g})} &= \frac{1}{4} (s_A + s_B + s_C + s_D) & \psi^{(B_{1u})} &= 0 \end{aligned}$$

11 Μοριακή φασματοσκοπία

11A Γενικά χαρακτηριστικά μοριακής φασματοσκοπίας

A11A.1(α) $0,0469 \text{ J s m}^{-3}$ $1,33 \times 10^{-13} \text{ J s m}^{-3}$ $4,50 \times 10^{-16} \text{ J s m}^{-3}$

A11A.2(α) 82,9%

A11A.3(α) $5,34 \times 10^3 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$

A11A.4(α) 1,09 mM

A11A.5(α) $449 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$

A11A.6(α) $\varepsilon = 1,6 \times 10^2 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ T = 23%

A11A.7(α) 0,875 m 2,90 m

A11A.8(α) $1,34 \times 10^8 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ cm}^{-2}$

A11A.9(α) $0,151 \text{ cm}^{-1}$

A11A.10(α) 680 nm

A11A.11(α) 27 ps 2,7 ps

A11A.12(α) 53 cm^{-1} $0,53 \text{ cm}^{-1}$

Π11A.1 $4,4 \times 10^3$

Π11A.5 $1,26 \times 10^6 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ cm}^{-2}$

Π11A.7 $2,42 \times 10^5 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ cm}^{-2}$ 0,18 A = 6,35 $123 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$

Π11A.9 $2,301 \times 10^6 \text{ m s}^{-1}$ $7,15 \times 10^5 \text{ K}$

Π11A.11 $\tau = 1/z$ 0,70 GHz 569 Pa 4,27 Torr

11B Περιστροφική φασματοσκοπία

A11B.1(α) $6,33 \times 10^{-46} \text{ kg m}^2$ $0,442 \text{ cm}^{-1}$

A11B.4(α) $R_{\text{CH}} = 0,1062 \text{ nm}$ $R_{\text{CN}} = 0,1157 \text{ nm}$

A11B.5(α) $2,073 \times 10^{-4} \text{ cm}^{-1}$ 0,25

A11B.6(α) HCl, CH₃Cl και CH₂Cl₂

A11B.7(α) $10,2 \text{ cm}^{-1}$ 307 GHz

A11B.8(α) 125,7 pm

A11B.9(α) $4,4420 \times 10^{-47} \text{ kg m}^2$ 165,9 pm

A11B.10(α) 20 23

A11B.11(α) H₂, HCl, CH₃ Cl

A11B.12(α) 20.475 cm^{-1}

A11B.13(α) 198,9 pm

$$\text{A11B.14(α)} \frac{5}{3}$$

$$\text{Π11B.3 } 596 \text{ GHz } \quad 19,9 \text{ cm}^{-1}$$

$$\text{Π11B.7 } R_{\text{OC}} = 0,1167 \text{ nm} \quad R_{\text{CS}} = 0,1565 \text{ nm}$$

$$\text{Π11B.9 } B = 4293,28 \pm 0,03 \text{ MHz} \quad J_{\text{max}} = 26 \text{ στους } 298 \text{ K} \quad J_{\text{max}} = 15 \text{ στους } 100 \text{ K}$$

$$\text{Π11B.11 } J_{\text{max}} = (kT/2hc\tilde{B})^{1/2} - \frac{1}{2} \quad 30 \quad J_{\text{max}} = (kT/2hc\tilde{B})^{1/2} - \frac{1}{2} \quad 6$$

11Γ Δονητική φασματοσκοπία διατομικών μορίων

$$\text{A11Γ.1(α)} 16 \text{ N m}^{-1}$$

$$\text{A11Γ.2(α)} 1,077\%$$

$$\text{A11Γ.3(α)} 328,7 \text{ N m}^{-1}$$

$$\text{A11Γ.4(α)} k_{\text{f, } ^1\text{H } ^{19}\text{F}} = 967,0 \text{ N m}^{-1} \quad k_{\text{f, } ^1\text{H } ^{35}\text{Cl}} = 515,6 \text{ N m}^{-1} \quad k_{\text{f, } ^1\text{H } ^{81}\text{Br}} = 411,7 \text{ N m}^{-1}$$

$$k_{\text{f, } ^1\text{H } ^{127}\text{I}} = 314,2 \text{ N m}^{-1}$$

$$\text{A11Γ.5(α)} 0,0670 \quad 0,200$$

$$\text{A11Γ.6(α)} 1580,4 \text{ cm}^{-1} \quad 7,65 \times 10^{-3}$$

$$\text{A11Γ.7(α)} 4,14 \times 10^4 \text{ cm}^{-1} \quad 5,14 \text{ eV}$$

$$\text{A11Γ.8(α)} 2347,2 \text{ cm}^{-1}$$

$$\text{Π11Γ.5 } 5,15 \text{ eV} \quad 5,20 \text{ eV}$$

$$\text{Π11Γ.7 } \tilde{\nu} = 1,5 \text{ cm}^{-1} \quad k_{\text{f}} = 2,7 \times 10^{-4} \text{ N m}^{-1} \quad I = 2,93 \times 10^{-46} \text{ kg m}^2 \quad \tilde{B} = 0,96 \text{ cm}^{-1}$$

$$\tilde{\nu} = 2,9 \text{ cm}^{-1} \quad x_{\text{e}} = 0,96$$

$$\text{Π11Γ.9 } x_{\text{e}}\tilde{\nu} = 13,7 \text{ cm}^{-1} \quad \tilde{\nu} = 2.170,7 \text{ cm}^{-1}$$

$$\text{Π11Γ.11 } r_{\text{CC}} = 121,0 \text{ pm} \quad r_{\text{CH}} = 105,5 \text{ pm}$$

$$\text{Π11Γ.13 } 1/\langle R \rangle^2 = 1/R_{\text{e}}^2 \left(1 - \frac{\langle x^2 \rangle}{R_{\text{e}}^2} \right) \quad \frac{1}{R_{\text{e}}^2} \left(1 + \frac{3\langle x^2 \rangle}{R_{\text{e}}^2} \right)$$

$$\text{Π11Γ.15 } \tilde{B}_0 = 0,27877 \text{ cm}^{-1} \quad \tilde{B}_1 = 0,27691 \text{ cm}^{-1} \quad \tilde{\nu}_{\text{p}}(3) = 602,292 \text{ cm}^{-1} \quad \tilde{\nu}_{\text{R}}(3) = 606,170 \text{ cm}^{-1}$$

$$\tilde{D} = 2,93 \times 10^4 \text{ cm}^{-1} = 3,64 \text{ eV}$$

$$\text{Π11Γ.17 } \tilde{\nu} = 2143,26 \text{ cm}^{-1} \quad 12,82 \text{ kJ mol}^{-1} \quad 1856 \text{ N m}^{-1} \quad \tilde{B} = 1,914 \text{ cm}^{-1} \quad 113,3 \text{ pm}$$

$$\text{Π11Γ.19 } \tilde{\nu}_{\text{S}}(J) - \tilde{\nu}_{\text{O}}(J) = 8\tilde{B}_1 \left(J + \frac{1}{2} \right) \quad \tilde{\nu}_{\text{S}}(J-2) - \tilde{\nu}_{\text{O}}(J+2) = 8\tilde{B}_0 \left(J + \frac{1}{2} \right)$$

11Δ Δονητική φασματοσκοπία πολυατομικών μορίων

$$\text{A11Δ.1(α)} \text{HCl, CO}_2, \text{ και H}_2\text{O}$$

$$\text{A11Δ.2(α)} 3 \quad 6 \quad 12$$

$$\text{A11Δ.3(α)} 127$$

$$\text{A11Δ.4(α)} \frac{1}{2} (\tilde{\nu}_1 + \tilde{\nu}_2 + \tilde{\nu}_3)$$

$$\text{A11Δ.6(α)} \text{ ανενεργό στο υπέρυθρο } \quad \text{ενεργό κατά Raman}$$

$$\text{A11Δ.7(α)} \text{ δεν ισχύει}$$

11E Ανάλυση των δονητικών φασμάτων με βάση τη συμμετρία

A11E.1(α) $4A_1 + A_2 + 2B_1 + 2B_2$

A11E.2(α) όλοι

A11E.3(α) όλοι όλοι

Π11E.1 $C_{3v} \quad 9 \quad 3A_1 + 3E \quad \text{όλοι} \quad \text{όλοι}$

11ΣΤ Ηλεκτρονιακά φάσματα

A11ΣΤ.1(α) $^1\Sigma_g^+$

A11ΣΤ.2(α) $^2\Sigma_g^+$

A11ΣΤ.3(α) $1 \quad 3 \quad u$

A11ΣΤ.5(α) $I^2 = e^{-ax_0^2/2}$

A11ΣΤ.6(α) $I^2 = (1/32)(3 + 4/\pi)2$

A11ΣΤ.7(α) $\frac{\bar{B}' + \bar{B}}{2(\bar{B}' - \bar{B})}$

A11ΣΤ.8(α) κλάδος R $J = 7$

A11ΣΤ.9(α) 30 cm^{-1} έως 40 cm^{-1} αυξάνεται

A11ΣΤ.10(α) $1,43 \times 10^4 \text{ cm}^{-1} \quad 1,77 \text{ eV}$

A11ΣΤ.11(α) $\frac{3}{8} \left(\frac{a^3}{b - a/2} \right)^{1/2}$

A11ΣΤ.12(α) $a/(4 \times 2^{1/2})$

Π11ΣΤ.1 καμία

Π11ΣΤ.3 $4,936 \times 10^4 \text{ cm}^{-1}$

11Ζ Αποδιεγέρσεις διεγερμένων καταστάσεων

Π11Ζ.3 $n \times 150 \text{ MHz} \quad 150 \text{ MHz}$

Π11Ζ.5 $P_{\text{παλ}} = 33 \text{ MW} \quad P_{\text{μέση}} = 1,0 \text{ W}$

Δ11.1 σφαιρικός στροφέας συμμετρικός στροφέας γραμμικός στροφέας ασύμμετρος στροφέας συμμετρικός στροφέας ασύμμετρος στροφέας

Δ11.5 $R_{\text{Hg } ^{35}\text{Cl}_2} = 229 \text{ pm} \quad R_{\text{Hg } ^{79}\text{Br}_2} = 241 \text{ pm} \quad R_{\text{Hg } ^{127}\text{I}_2} = 253 \text{ pm}$

Δ11.7 $\Delta\tilde{T}_e = 25.759,8 \text{ cm}^{-1} \quad \tilde{\nu}_0 = 2034,1 \text{ cm}^{-1} \quad \tilde{\nu}_1 = 2114,2 \text{ cm}^{-1} \quad \tilde{\nu}_1 - \tilde{\nu}_0 = 80,1 \text{ cm}^{-1}$

$n_1/n_0 = 0,1 \quad T = 1,3 \times 10^3 \text{ K}$

Δ11.11 $1,25 \times 10^6 \text{ mol}^{-1} \text{ dm}^3 \text{ cm}^{-2} \quad A_1 \quad B_1 \quad B_2$

12 Μαγνητικός συντονισμός

12A Γενικές αρχές

A12A.1(α) $T^{-1} s^{-1}$

A12A.2(α) $\sqrt{3}\hbar/2 \pm \frac{1}{2}\hbar \pm 0,9553 \text{ rad} = \pm 54,74^\circ$

A12A.3(α) 575 MHz

A12A.4(α) $E_{\pm 3/2} = \mp 2,210 \times 10^{-26} \text{ J}$ και $E_{\pm 1/2} = \mp 7,365 \times 10^{-27} \text{ J}$

A12A.5(α) 165 MHz

A12A.6(α) ^{31}P

A12A.7(α) $1,0 \times 10^{-6} \quad 5,1 \times 10^{-6} \quad 3,4 \times 10^{-5}$

A12A.8(α) 5

A12A.9(α) 1,3 T

Π12A.1 210 MHz $m_l = -\frac{1}{2}$ $1,65 \times 10^{-5}$

Π12A.3 6,81% $26,2 I_{^{13}\text{C}}$

12B Χαρακτηριστικά των φασμάτων NMR

A12B.1(α) 5,0

A12B.2(α) 1,5

A12B.3(α) 3040 Hz

A12B.4(α) 1,37

A12B.5(α) 11 μT 110 μT

A12B.9(α) 1:4:6:4:1 πενταπλή γραμμή

A12B.11(α) 1:2:3:4:5:6:5:4:3:2:1 πολλαπλή γραμμή

A12B.14(α) $2,6 \times 10^3 \text{ s}^{-1}$

12Γ Τεχνικές παλμών στο NMR

A12Γ.1(α) $9,40 \times 10^{-4} \text{ T}$ 6,25 μs

A12Γ.2(α) 0,21 s

A12Γ.3(α) 1,4 s

A12Γ.5(α) 1,234

Π12Γ.1 $\Delta\tau_{90} = 5,0 \mu\text{s}$ $5,00 \times 10^4 \text{ Hz}$

Π12Γ.7 0,500 s

Π12Γ.9 $M_{xy}(\tau) = M_{xy}(0)e^{-\tau/T_2}$ 50,0 ms

Π12Γ.11 158 pm

12Δ Ηλεκτρονιακός παραμαγνητικός συντονισμός

A12Δ.1(α) 2,0022

A12Δ.2(α) $a = 2,3 \text{ mT}$ 2,0025

A12Δ.3(α) 330,2 mT 332,8 mT 332,2 mT 334,8 mT ίση ένταση

A12Δ.4(α) 1 : 3 : 3 : 1 1 : 3 : 6 : 7 : 6 : 3 : 1

A12Δ.5(α) 332,3 mT 1,206 T

A12Δ.6(α) $I = \frac{3}{2}$

Π12Δ.1 $2,8 \times 10^{13} \text{ Hz}$ μοριακές δονήσεις

Π12Δ.3 $a_{\text{CD}_3} = 0,35 \text{ mT}$ εύρος $\cdot \text{CD}_3 = 6,9 \text{ mT}$ εύρος $\cdot \text{CD}_3 = 2,1 \text{ mT}$

Π12Δ.5 $C_1 = 0,122$ $C_2 = 0,067$ $C_9 = 0,237$

Π12Δ.7 10% 38% 48% 52% $\lambda = 1,95$ $\theta = 105^\circ$

Δ12.3 $k_{1\text{st},60\text{MHz}} = 160 \text{ s}^{-1}$ $k_{1\text{st},300\text{MHz}} = 800 \text{ s}^{-1}$ 56 kJ mol^{-1}

13 Στατιστική Θερμοδυναμική

13Α Η κατανομή Boltzmann

A13A.1(α) 21.621.600

A13A.2(α) 40.320 $5,63 \times 10^3$ $3,99 \times 10^4$

A13A.3(α) 1

A13A.4(α) 524 K

A13A.5(α) 7,43

A13A.6(α) 354 K

Π13A.1 $\{N_0, N_1, N_2, N_3, N_4, N_5\} = \{2, 2, 0, 1, 0, 0\}$ ή $\{2, 1, 2, 0, 0, 0\}$ "

Π13A.3 $\{N_0, N_1, N_2, N_3, N_4, N_5, N_6, N_7, N_8, N_9, N_{10}\} = \{12, 6, 2, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0\}$ $T = \varepsilon / (0,795k)$

Π13A.5 $T_{\text{ηλεκτρονική}} = 420 \text{ K}$ όχι σε ισορροπία

Π13A.7 0,36 για το O_2 0,57 για το H_2O

13Β Συναρτήσεις επιμερισμού

A13B.1(α) $8,23 \times 10^{-12} \text{ m}$ $1,78 \times 10^{27}$ στους 300 K $2,60 \times 10^{-12} \text{ m}$ $5,67 \times 10^{28}$ στους 3000 K

A13B.2(α) 0,358

A13B.3(α) 72,1

A13B.4(α) $7,97 \times 10^3$ $1,12 \times 10^4$

A13B.5(α) 18 K

A13B.6(α) 37 K

A13B.7(α) $\sigma = 1$ $\sigma = 2$ $\sigma = 2$ $\sigma = 12$ $\sigma = 3$

A13B.8(α) 660,6

A13B.9(α) 4500 K

A13B.10(α) 2,57

A13B.11(α) 42,1

A13B.12(α) 4,291 $1 : 0,0376 : 0,0353$ "

Π13B.5 5,00 6,262 $(\frac{N_0}{N})_{298 \text{ K}} = 1,00$ $(\frac{N_2}{N})_{298 \text{ K}} = 6,54 \times 10^{-11}$ $(\frac{N_0}{N})_{5000 \text{ K}} = 0,798$ $(\frac{N_2}{N})_{5000 \text{ K}} = 0,122$

Π13B.7 1,209 στους 298 K 3,003 στους 1000 K

Π13B.9 4,5 K

13Γ Μοριακές ενέργειες

A13Γ.1(α) $8,15 \times 10^{-22} \text{ J}$

A13Γ.2(α) 19,6 K

A13Γ.3(α) 26,4 K

A13Γ.4(α) $4,80 \times 10^3$ K

A13Γ.5(α) $1,10 \times 10^4$ K

A13Γ.6(α) $6,85 \times 10^3$ K

A13Γ.7(α) $4,03 \times 10^{-21}$ J

Π13Γ.1 4,59 K

Π13Γ.3 2,5 kJ

Π13Γ.5 $-\delta + \frac{\delta e^{-\beta\delta} + 2\delta e^{-2\beta\delta}}{1 + e^{-\beta\delta} + e^{-2\beta\delta}}$

Π13Γ.7 $\frac{N_0}{N} = 0,641$ $\frac{N_1}{N} = 0,359$ $8,63 \times 10^{-22}$ J

Π13Γ.9 $\left(\frac{1}{q} \frac{d^2 q}{d\beta^2}\right)^{1/2} \frac{1}{q} \left(q \frac{d^2 q}{d\beta^2} - \left(\frac{dq}{d\beta}\right)^2\right)^{1/2} \frac{hc\tilde{\nu} e^{-\beta hc\tilde{\nu}/2}}{1 - e^{-\beta hc\tilde{\nu}}}$

13Δ Η κανονική συλλογή

13Ε Η εσωτερική ενέργεια και η εντροπία

A13Ε.1(α) $\frac{7}{2} R$ $3 R$ $3 R$

A13Ε.2(α) Με δονητική συνεισφορά: $\gamma_{\text{NH}_3} = 1,33$ $\gamma_{\text{CH}_4} = 1,33$

Χωρίς δονητική συνεισφορά: $\gamma_{\text{NH}_3} = 1,11$ $\gamma_{\text{CH}_3} = 1,08$

A13Ε.3(α) $1,96 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ $1,60 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

A13Ε.4(α) $C_{V,m} = 14,95 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ $C_{V,m} = 25,62 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

A13Ε.5(α) $126 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ $169,7 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

A13Ε.6(α) $2,42 \times 10^3$ K

A13Ε.7(α) 43,1 $43,76 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

A13Ε.8(α) $19,14 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

A13Ε.9(α) $S_m^V = 4,18 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ $S_m^V = 14,3 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

Π13Ε.3 $q^R = \left(\frac{2\pi I}{\beta \hbar^2}\right)^{1/2}$ $C_{V,m}^R = \frac{1}{2} R$ $24,1 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

Π13Ε.5 28 $31 R$

Π13Ε.11 $216,1 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

Π13Ε.15 $R \ln \frac{A_m e^2}{\Lambda^2 N_A}$ $R \ln \frac{A_m \Lambda}{V_m e^{1/2}}$

Π13Ε.17 $9,6 \times 10^{-15} \text{ J K}^{-1}$

13ΣΤ Θερμοδυναμικές συναρτήσεις και σταθερές ισορροπίας

A13ΣΤ.1(α) $G_m^R = -13,83 \text{ kJ mol}^{-1}$ $G_m^V = -0,204 \text{ kJ mol}^{-1}$

$$\Delta_{13\Sigma T.2}(\alpha) -5,92 \text{ kJ mol}^{-1} \quad -11,2 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta_{13\Sigma T.3}(\alpha) 3,72 \times 10^{-3}$$

$$\Pi_{13\Sigma T.3} 100 \text{ T}$$

$$\Pi_{13\Sigma T.5} -45,8 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta_{13.1} 660,6 \quad 4,26 \times 10^4$$

14 Μοριακές αλληλεπιδράσεις

14Α Οι ηλεκτρικές ιδιότητες των μορίων

A14A.2(α) 1,4 D

A14A.3(α) 37 D 12°

A14A.4(α) $1,2 \times 10^4 \text{ V m}^{-1}$

A14A.5(α) 1,659 D $1,008 \times 10^{-39} \text{ C}^2 \text{ m}^2 \text{ J}^{-1}$

A14A.6(α) 4,75

A14A.7(α) $1,42 \times 10^{-39} \text{ C}^2 \text{ m}^2 \text{ J}^{-1}$

A14A.8(α) 1,3

A14A.9(α) 17,8

Π14A.1 1,2 ισομερές: 0,7 D 1,3 ισομερές: 0,4 D 1,4 ισομερές: 0

Π14A.5 1,11 μD

Π14A.7 0,79 D $1,3 \times 10^{-23} \text{ cm}^3$

Π14A.9 1,582 D $2,197 \times 10^{-24} \text{ cm}^3$ $5,73 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1}$ 1,57 D

Π14A.11 $P_m = 8,14 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1}$ $\epsilon_r = 1,75$ $n_r = 1,32$

14Β Αλληλεπιδράσεις μεταξύ μορίων

A14B.1(α) $1,77 \times 10^{-18} \text{ J}$ $1,07 \times 10^3 \text{ kJ mol}^{-1}$

A14B.2(α) $-1,3 \times 10^{-23} \text{ J}$ $-8,1 \text{ J mol}^{-1}$

A14B.3(α) $\frac{6Q^{2/4}}{\pi\epsilon_0 r^5}$

A14B.4(α) $-1,0 \times 10^{-22} \text{ J}$ -62 J mol^{-1}

A14B.5(α) $-2,1 \text{ J mol}^{-1}$

A14B.6(α) $0,071 \text{ J mol}^{-1}$

Π14B.1 $-1,2 \times 10^{-20} \text{ J}$ $-7,5 \text{ kJ mol}^{-1}$ $-1,6 \times 10^{-22} \text{ J}$ -94 J mol^{-1}

Π14B.3 2,1 nm

Π14B.5 $-1,1 \text{ kJ mol}^{-1}$

Π14B.7 $-9\alpha_1\alpha_2 \frac{I_1 I_2}{I_1 + I_2} \frac{1}{r^7}$

14Γ Υγρά

A14Γ.1(α) 2,6 kPa

A14Γ.2(α) 72,8 mN m⁻¹

A14Γ.3(α) 728 kPa

A14Γ.4(α) 72,0 mN m⁻¹

14Δ Μακρομόρια

$$A14\Delta.1(\alpha) \bar{M}_n = 70 \text{ kg mol}^{-1} \quad \bar{M}_w = 71 \text{ kg mol}^{-1}$$

$$A14\Delta.2(\alpha) 24 \text{ nm}$$

$$A14\Delta.3(\alpha) R_c = 3,07 \mu\text{m} \quad R_{\text{rms}} = 30,8 \text{ nm}$$

$$A14\Delta.4(\alpha) 2,2 \times 10^3$$

$$A14\Delta.5(\alpha) 0,013$$

$$A14\Delta.6(\alpha) 6,4 \times 10^{-3}$$

$$A14\Delta.7(\alpha) +40,1\% \quad +176\%$$

$$A14\Delta.8(\alpha) +895\% \quad +(9,84 \times 10^4)\%$$

$$A14\Delta.9(\alpha) 0,16 \text{ nm}$$

$$A14\Delta.10(\alpha) 1,8 \times 10^{-14} \text{ N}$$

$$A14\Delta.11(\alpha) -0,019 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

$$\Pi 14\Delta.1 R_g = (3/5)^{1/2} a \quad R_{g,\parallel} = (2)^{-1/2} a \quad R_{g,\perp} = (a^2/4 + l^2/12)^{1/2} \quad R_g = 2,40 \text{ nm}$$

$$R_{g,\parallel} = 0,35 \text{ nm} \quad R_{g,\perp} = 46 \text{ nm}$$

14Ε Αυτοσυγκρότηση

$$A14E.1(\alpha) 4,9$$

$$\Pi 14E.1 3,5 \quad \kappa\lambda\iota\sigma\eta = -1,49 \quad \tau\epsilon\tau\alpha\gamma\mu\acute{\epsilon}\nu\eta \ \epsilon\pi\acute{\iota} \ \tau\eta\gamma \ \alpha\rho\chi\acute{\eta} = -1,95 \quad K_1 = 0,011$$

$$\Delta 14.5 b_0 = 3,59 \quad b_1 = 0,957 \quad b_2 = 0,362 \quad -1,72$$

15 Στερεά

15A Κρυσταλλική δομή

A15A.1(α) $N = 4$ $4,01 \text{ g cm}^{-3}$

A15A.2(α) (323) και (110)

A15A.3(α) $d_{112} = 229 \text{ pm}$ $d_{110} = 397 \text{ pm}$ $d_{224} = 115 \text{ pm}$

A15A.4(α) 220 pm

Π15A.1 $3,61 \times 105 \text{ g mol}^{-1}$

Π15A.3 $(\sqrt{3}/2)a^2c$

Π15A.5 $b = 605,8 \text{ pm}$ $a = 834,2 \text{ pm}$ $c = 870,0 \text{ pm}$

Π15A.7 4

Π15A.9 $\frac{1}{d_{hkl}^2} = \frac{h^2}{a^2} + \frac{k^2}{b^2} + \frac{l^2}{c^2}$

15B Τεχνικές περίθλασης

A15B.1(α) 70,7 pm

A15B.2(α) $10,1^\circ$ $14,3^\circ$ $17,6^\circ$

A15B.3(α) $8,17^\circ$, $4,82^\circ$ και $11,8^\circ$

A15B.4(α) $2,14^\circ$

A15B.5(α) $f(0) = 36$

A15B.6(α) $F_{hkl} = f$

A15B.7(α) για $(h + k)$ περιττό $F_{hkl} = -f$ για $(h + k)$ άρτιο $F_{hkl} = 3f$

A15B.11(α) $6,1 \text{ km s}^{-1}$

A15B.12(α) 233 pm

Π15B.1 118 pm

Π15B.3 κυβικό F πλέγμα $408,55 \text{ pm}$ $10,51 \text{ g cm}^{-3}$

15Γ Οι δεσμοί στα στερεά

A15Γ.1(α) 0,9069

A15Γ.2(α) 0,5236 0,6802 0,7405

A15Γ.3(α) 75,0 pm 133 pm

A15Γ.4(α) διαστολή κατά 1,6%

A15Γ.5(α) 3500 kJ mol^{-1}

Π15Γ.1 0,3401

Π15Γ.3 $7,655 \text{ g cm}^{-3}$

15Δ Οι μηχανικές ιδιότητες των στερεών

A15Δ.1(α) 34,3 MPa

A15Δ.2(α) $1,6 \times 10^2$ MPa 3,6%A15Δ.3(α) $9,3 \times 10^{-4}$ cm³**15Ε Οι ηλεκτρικές ιδιότητες των στερεών**

A15Ε.1(α) 0,269

A15Ε.2(α) 1,03 eV

A15Ε.3(α) τύπου n

15ΣΤ Οι μαγνητικές ιδιότητες των στερεών

A15ΣΤ.1(α) τρία

A15ΣΤ.2(α) $-6,4 \times 10^{-11}$ m³ mol⁻¹

A15ΣΤ.3(α) 4,3

A15ΣΤ.4(α) $1,59 \times 10^{-8}$ m³ mol⁻¹A15ΣΤ.5(α) 95 kA m⁻¹

Π15ΣΤ.1 Για $S = 2$ $\chi_m = 1,27 \times 10^{-7}$ m³ mol⁻¹ $S = 3$ $\chi_m = 2,54 \times 10^{-7}$ m³ mol⁻¹
 $S = 4$ $\chi_m = 4,23 \times 10^{-7}$ m³ mol⁻¹ $2,54 \times 10^{-7}$ m³ mol⁻¹

15Ζ Οι οπτικές ιδιότητες των στερεών

A15Ζ.1(α) 3,54 eV

Π15Ζ.1 $\mu_{\delta\mu, \psi_+} = (1 + S)^{-1/2} \mu_{\mu\sigma\sigma}$ $\mu_{\delta\mu, \psi_-} = 0$ Δ15.1 $4,811 \times 10^{-5}$ K⁻¹

16 Μόρια σε κίνηση

16Α Ιδιότητες μεταφοράς τέλει αερίου

A16A.1(α) $1,9 \times 10^{20}$

A16A.2(α) $1,48 \text{ m}^2 \text{ s}^{-1} - 60,6 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ $1,48 \times 10^{-5} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1} - 6,06 \times 10^{-4} \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$
 $1,48 \times 10^{-7} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1} - 6,06 \times 10^{-6} \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$

A16A.3(α) $7,6 \times 10^{-3} \text{ J K}^{-1} \text{ m}^{-1} \text{ s}^{-1}$

A16A.4(α) $0,0795 \text{ nm}^2$

A16A.5(α) $-0,078 \text{ J m}^{-2} \text{ s}^{-1}$

A16A.6(α) 103 W

A16A.7(α) $1,79 \times 10^{-5} \text{ kg m}^{-1} \text{ s}^{-1}$ $1,87 \times 10^{-5} \text{ kg m}^{-1} \text{ s}^{-1}$ $3,43 \times 10^{-5} \text{ kg m}^{-1} \text{ s}^{-1}$

A16A.8(α) $0,201 \text{ nm}^2$

A16A.9(α) 104 mg

A16A.10(α) $2,15 \times 10^3 \text{ Pa}$

A16A.11(α) $43,0 \text{ g mol}^{-1}$

A16A.12(α) $1,3 \text{ ημέρες}$

Π16A.1 437 pm $d = 366 \text{ pm}$

Π16A.3 $1,37 \times 10^{17} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ $2,84 \text{ J K}^{-1} \text{ m}^{-1} \text{ s}^{-1}$

Π16A.5 $1,7 \times 10^{14}$ $1,1 \times 10^{16}$

16Β Κίνηση σε υγρά

A16B.1(α) $16,9 \text{ kJ mol}^{-1}$

A16B.2(α) $13,87 \text{ mS m}^2 \text{ mol}^{-1}$

A16B.3(α) $u_{\text{Li}^+} = 4,01 \times 10^{-8} \text{ m}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ $u_{\text{Na}^+} = 5,19 \times 10^{-8} \text{ m}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$
 $u_{\text{K}^+} = 7,62 \times 10^{-8} \text{ m}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$

A16B.4(α) $7,63 \text{ mS m}^2 \text{ C}^{-1}$

A16B.5(α) $283 \text{ } \mu\text{m s}^{-1}$

A16B.6(α) $1,90 \times 10^{-9} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$

Π16B.1 $10,15 \text{ kJ mol}^{-1}$

Π16B.3 $\mathcal{K} = 2,53 \text{ mS m}^2 (\text{mol dm}^{-1})^{-3/2}$ $\Lambda_{\text{m}}^0 = 12,7 \text{ mS m}^2 \text{ mol}^{-1}$

Π16B.5 $\mathcal{K} = 6,655^2 (\text{mol dm}^{-1})^{-3/2}$ $\Lambda_{\text{m}}^0 = 12,56 \text{ mS m}^2 \text{ mol}^{-1}$ $12,02 \text{ mS m}^2 \text{ mol}^{-1}$
 120 mS mol^{-1} $172 \text{ } \Omega$

Π16B.7 $0,83 \text{ nm}$

16Γ Διάχυση

A16Γ.1(α) $6,2 \times 10^3 \text{ s}$

$$\text{A16}\Gamma.2(\alpha) \quad 0,00 \text{ mol dm}^{-3} \quad 0,0121 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$\text{A16}\Gamma.3(\alpha) \quad \text{στο } x = 10 \text{ cm } \mathcal{F} = 25 \text{ kN mol}^{-1} \quad \text{στο } x = 15 \text{ cm } \mathcal{F} = 50 \text{ kN mol}^{-1}$$

$$\text{A16}\Gamma.4(\alpha) \quad 67,5 \text{ kN mol}^{-1}$$

$$\text{A16}\Gamma.5(\alpha) \quad 1,3 \times 10^3 \text{ s}$$

$$\text{A16}\Gamma.6(\alpha) \quad 0,42 \text{ nm}$$

$$\text{A16}\Gamma.7(\alpha) \quad 27,3 \text{ ps}$$

$$\text{A16}\Gamma.8(\alpha) \quad \langle x^2 \rangle_{\text{ιωδινης}}^{1/2} = 65 \text{ }\mu\text{m} \quad \langle x^2 \rangle_{\text{σακχαρόζης}}^{1/2} = 32 \text{ }\mu\text{m}$$

$$\text{Π16}\Gamma.1 \quad 12,4 \text{ kN mol}^{-1} \quad 2,1 \times 10^{-20} \text{ N (μόριο)}^{-1} \quad 16,5 \text{ kN mol}^{-1} \quad 2,7 \times 10^{-20} \text{ N (μόριο)}^{-1}$$

$$24,8 \text{ kN mol}^{-1} \quad 4,1 \times 10^{-20} \text{ N (μόριο)}^{-1}$$

$$\text{Π16}\Gamma.7 \quad \frac{\langle x^4 \rangle^{1/4}}{\langle x^2 \rangle^{1/2}} = 3^{1/4}$$

$$\text{Π16}\Gamma.11 \quad E_a = 6,9 \text{ kJ mol}^{-1}$$

17 Χημική κινητική

17Α Οι ταχύτητες των χημικών αντιδράσεων

A17A.1(α) δεν μεταβάλλεται

A17A.2(α) $0,12 \text{ mmol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$

A17A.3(α) $d[A]/dt = -2,7 \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$ $d[B]/dt = -5,4 \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$

$d[C]/dt = +8,1 \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$ $d[D]/dt = +2,7 \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$

A17A.4(α) $v = 1,4 \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$ $d[A]/dt = -2,70 \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$ $d[B]/dt = -1,35 \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$

$d[A]/dt = +4,05 \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$

A17A.5(α) $\text{dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$ $d[C]/dt = 3k_r [A][B]$ $-d[A]/dt = k_r [A][B]$

A17A.6(α) $\frac{1}{2} k_r [A][B][C]$ $\text{dm}^6 \text{ mol}^{-2} \text{ s}^{-1}$

A17A.7(α) δευτέρης τάξης $\text{dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$ $\text{kPa}^{-1} \text{ s}^{-1}$ τρίτης τάξης $\text{dm}^6 \text{ mol}^{-2} \text{ s}^{-1}$ $\text{kPa}^{-2} \text{ s}^{-1}$

A17A.8(α) υπό όλες τις συνθήκες $k_{r2} \gg k_{r3}[B]^{1/2}$ ή $k_{r2} \ll k_{r3}[B]^{1/2}$

$k_{r2} \gg k_{r2}[B]^{1/2}$ ή $k_{r2} \ll k_{r3}[B]^{1/2}$

A17A.9(α) 2,00

Π17A.1 πρώτης τάξης $4,92 \times 10^3 \text{ s}^{-1}$

Π17A.3 $v = k_r[\text{ICl}][\text{H}_2]$ $k_r = 0,16 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$ $2,1 \times 10^{-6} \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$

17Β Ολοκληρωμένοι νόμοι ταχύτητας

A17B.1(α) 14 Pa s^{-1} $1,5 \times 10^3 \text{ s}$

A17B.2(α) δευτέρης τάξης

A17B.3(α) $1,03 \times 10^4 \text{ s}$ 489 Torr 461 Torr

A17B.4(α) $0,0978 \text{ mol dm}^{-3}$ $0,0502 \text{ mol dm}^{-3}$

A17B.5(α) $1,1 \times 10^5 \text{ s}$

A17B.6(α) $3,1 \times 10^{-3} \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$ $t_{1/2}(\text{A}) = 1,8 \text{ hours}$ $t_{1/2}(\text{B}) = 1 \text{ hour}$

Π17B.3 δευτέρης τάξης $k_r = 9,95 \times 10^{-4} \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$ 2,9 g

Π17B.5 δευτέρης τάξης $7,33 \times 10^{-5} \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$

Π17B.7 πρώτης τάξης $7,65 \times 10^{-3} \text{ min}^{-1}$ 91 min

Π17B.9 55,4% σταθερός

Π17B.11 πρώτης τάξης $0,0168 \text{ min}^{-1}$

Π17B.13 πρώτης τάξης $7,1 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$

Π17B.15 $\frac{2^{n-1} - 1}{(n-1)k_r[A]_{n-1}^0}$ $\frac{3^{n-1} - 1}{(n-1)k_r[A]_0^{n-1}}$

Π17B.17 $\frac{1}{2([A]_0 - 2x)^2} - \frac{1}{2[A]_0^2} = k_r t$ $\frac{1}{[A]_0([A]_0 - 2x)} + \frac{1}{[A]_0^2} \ln \frac{[A]_0 - 2x}{[A]_0 - x} - \frac{1}{[A]_0^2} = k_r t$

17Γ Αντιδράσεις που πλησιάζουν στην ισορροπία

A17Γ.1(α) $2,5 \times 10^2$

A17Γ.2(α) $23,8 \text{ ms}^{-1}$

Π17Γ.5 $k'_a = 1,7 \times 10^7 \text{ s}^{-1}$ $k_a = 2,8 \times 10^9 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$ $K = 1,7 \times 10^{-2}$

17Δ Η εξίσωση Arrhenius

A17Δ.1(α) $3,2 \times 10^{-12} \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$

A17Δ.2(α) 108 kJ mol^{-1} $6,62 \times 10^{15} \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$

A17Δ.3(α) 35 kJ mol^{-1}

A17Δ.4(α) $0,076$ $7,6 \%$

A17Δ.5(α) $2,6 \times 10^3 \text{ K}$

Π17Δ.3 180 kJ mol^{-1} $2,11 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$

Π17Δ.5 $13,7 \text{ kJ mol}^{-1}$ $8,75 \times 10^8 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$

17Ε Μηχανισμοί αντίδρασης

A17Ε.3(α) -3 kJ mol^{-1}

Π17Ε.3 $39,1 \text{ d}$

Π17Ε.5
$$\frac{k_a k_b k_c [A]}{k'_a k'_b + k'_a k_c + k_b k_c}$$

Π17Ε.7
$$\frac{k_r K_1 K_2}{c^{\theta^2}} [\text{HCl}]^3 [\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2]$$

17ΣΤ Παραδείγματα μηχανισμών αντίδρασης

A17ΣΤ.1(α) $1,9 \times 10^{-6} \text{ Pa}^{-1} \text{ s}^{-1}$ $1,9 \text{ MPa}^{-1} \text{ s}^{-1}$

A17ΣΤ.2(α) $p = 0,996$ $\langle N \rangle = 251$

A17ΣΤ.3(α) $0,13$

A17ΣΤ.4(α) $1,50 \text{ mmol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$

A17ΣΤ.5(α) $1,1 \times 10^7 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$

Π17ΣΤ.3 $(2k_r t [A]_0^2 + 1)^{1/2}$

Π17ΣΤ.7 $2,3 \text{ } \mu\text{mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$ $1,1 \text{ } \mu\text{mol dm}^{-3}$

17Ζ Φωτοχημεία

A17Ζ.1(α) $3,27 \times 10^{21}$

A17Ζ.2(α) $4,3 \times 10^7 \text{ s}^{-1}$

A17Ζ.3(α) $0,56 \text{ mol dm}^{-3}$

A17Ζ.4(α) $7,1 \text{ nm}$

Π17ΣΤ.1 $1,11$

$$\Pi 17Z.3 \quad 6,9 \text{ ns} \quad 1,0 \times 10^8 \text{ s}^{-1}$$

$$\Pi 17Z.5 \quad 2,00 \times 10^9 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$$

$$\Pi 17Z.7 \quad 2,6 \text{ nm}$$

$$\Delta 17.3 \quad \frac{k_a k_b [\text{AH}]^2 [\text{B}]}{k'_a [\text{BH}^+]} \quad \frac{k_a k_b}{k'_a} [\text{HA}] [\text{H}^+] [\text{B}]$$

$$\Delta 17.5 \quad \frac{M_1(p^2 + 4p + 1)}{(1+p)(1-p)} \quad \frac{M_1(6\langle N \rangle^2 - 6\langle N \rangle + 1)}{2\langle N \rangle - 1}$$

18 Η δυναμική των αντιδράσεων

18Α Θεωρία κρούσεων

$$A18A.1(\alpha) 1,12 \times 10^{10} \text{ s}^{-1} \quad 1,62 \times 10^{35} \text{ m}^{-3} \text{ s}^{-1} \quad 1,6\%$$

$$A18A.2(\alpha) 1,04 \times 10^{-3} \quad f = 0,069 \quad f = 1,19 \times 10^{-15} \quad f = 1,57 \times 10^{-6}$$

$$A18A.3(\alpha) 21\% \quad 3,0\% \quad 160\% \quad 16\%''$$

$$A18A.4(\alpha) 1,0 \times 10^{-5} \text{ mol}^{-1} \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$$

$$A18A.5(\alpha) 1,2 \times 10^{-3}$$

$$A18A.6(\alpha) 0,73$$

$$A18A.7(\alpha) 5,12 \times 10^{-7}$$

$$Π18Α.1 0,043 \text{ nm}^2 \quad 0,15$$

$$Π18Α.3 1,64 \times 10^8 \text{ mol}^{-1} \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} \quad 7,5 \text{ ns}$$

$$Π18Α.5 \text{ Για το } C_2H_5 \text{ } P = 0,024 \quad \text{Για το } C_6H_{11} \text{ } P = 0,043$$

18Β Αντιδράσεις ελεγχόμενες από διάχυση

$$A18B.1(\alpha) 4,5 \times 10^7 \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$$

$$A18B.2(\alpha) 6,61 \times 10^6 \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1} \quad 3,0 \times 10^7 \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$$

$$A18B.3(\alpha) 8,0 \times 10^6 \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1} \quad 84 \text{ ns}$$

$$A18B.4(\alpha) 1,81 \times 10^{11} \text{ mol m}^{-3} \text{ s}^{-1} \quad 2,37 \times 10^6 \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$$

18Γ Θεωρία μεταβατικής κατάστασης

$$A18Γ.1(\alpha) 69,7 \text{ kJ mol}^{-1} \quad -25,3 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

$$A18Γ.2(\alpha) +71,9 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$A18Γ.3(\alpha) -91,2 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

$$A18Γ.4(\alpha) -74 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

$$A18Γ.5(\alpha) \Delta^\ddagger H = +5,0 \text{ kJ mol}^{-1} \quad \Delta^\ddagger S = -46 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \quad \Delta^\ddagger G = +19 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$A18Γ.6(\alpha) k_r^0 = 20,9 \text{ dm}^6 \text{ mol}^{-2} \text{ min}^{-1}$$

$$A18Γ.7(\alpha) 0,073$$

$$Π18Γ.1 \Delta^\ddagger H = +60,4 \text{ kJ mol}^{-1} \quad \Delta^\ddagger S = -181 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \quad \Delta^\ddagger G = +60,4 \dots \times 10^3 \text{ J mol}^{-1} \\ \Delta^\ddagger U = +62,9 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\text{Π18Γ.5 } 1,4 \times 10^6 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1} \quad 1,2 \times 10^6 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$$

$$\text{Π18Γ.9 } \log[k_r / (\text{dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1})] = 0,1451 \times I - 0,1815 \quad k_r^0 = 0,658 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1} \quad \log \gamma_B = 0,145 I$$

$$\text{Π18Γ.11 } 408 \text{ N m}^{-1}$$

18Δ Η δυναμική των μοριακών κρούσεων

$$\text{A18Δ.2(α)} \bar{P} kT$$

18Ε Μεταφορά ηλεκτρονίων σε ομογενή συστήματα

$$\text{A18Ε.1(α)} 0,01\%$$

$$\text{A18Ε.2(α)} \Delta E_R = 2 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\text{A18Ε.3(α)} 12,5 \text{ nm}^{-1}$$

$$\text{Π18Ε.3 } \Delta E_R = 1,05 \text{ eV}$$

$$\text{Π18Ε.5 } \beta = 13 \text{ nm}^{-1}$$

19 Διεργασίες σε στερεές επιφάνειες

19Α Μια εισαγωγή στις στερεές επιφάνειες

$$A19A.1(\alpha) 1,4 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1} \quad 3,1 \times 10^{13} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$$

$$A19A.2(\alpha) 0,13 \text{ bar}$$

$$A19A.3(\alpha) 9,1 \times 10^{-3}$$

$$Π19A.1 -0,646 \left(\frac{C}{a_0} \right) + 0,259 \left(\frac{C}{a_0} \right) - 0,128 \left(\frac{C}{a_0} \right) - 0,516 \left(\frac{C}{a_0} \right) \quad \eta (\beta) \text{ είναι η πιο ευνοϊκή}$$

$$Π19A.3 n = 1,61 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2} \quad f_{\text{H}_2} (100 \text{ Pa}) = 6,7 \times 10^5 \text{ s}^{-1} \quad f_{\text{H}_2} (0,10 \mu\text{Torr}) = 8,9 \times 10^{-2} \text{ s}^{-1}$$

$$f_{\text{C}_3\text{H}_8} (100 \text{ Pa}) = 1,42 \times 10^5 \text{ s}^{-1} \quad f_{\text{C}_3\text{H}_8} (0,10 \mu\text{Torr}) = 1,9 \times 10^{-2} \text{ s}^{-1} \quad n = 1,14 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$$

$$f_{\text{H}_2} (100 \text{ Pa}) = 9,4 \times 10^5 \text{ s}^{-1} \quad f_{\text{H}_2} (0,10 \mu\text{Torr}) = 0,13 \text{ s}^{-1} \quad f_{\text{C}_3\text{H}_8} (100 \text{ Pa}) = 2,0 \times 10^5 \text{ s}^{-1}$$

$$f_{\text{C}_3\text{H}_8} (0,10 \mu\text{Torr}) = 2,7 \times 10^{-2} \text{ s}^{-1} \quad n = 1,86 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2} \quad f_{\text{H}_2} (100 \text{ Pa}) = 5,8 \times 10^5 \text{ s}^{-1}$$

$$f_{\text{H}_2} (0,10 \mu\text{Torr}) = 7,7 \times 10^{-2} \text{ s}^{-1} \quad f_{\text{C}_3\text{H}_8} (100 \text{ Pa}) = 1,2 \times 10^5 \text{ s}^{-1} \quad f_{\text{C}_3\text{H}_8} (0,10 \mu\text{Torr}) = 1,6 \times 10^{-2} \text{ s}^{-1}$$

19Β Προσρόφηση και εκρόφηση

$$A19B.1(\alpha) 33,6 \text{ cm}^3$$

$$A19B.2(\alpha) 47 \text{ s}$$

$$A19B.3(\alpha) \theta_{26,0 \text{ Pa}} = 0,83 \quad \theta_{3,0 \text{ Pa}} = 0,36$$

$$A19B.4(\alpha) 0,24 \text{ kPa} \quad 25 \text{ kPa}''$$

$$A19B.5(\alpha) p_2 = 15 \text{ kPa}''$$

$$A19B.6(\alpha) -12,4 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$A19B.7(\alpha) 651 \text{ kJ mol}^{-1} \quad 1,7 \times 10^{97} \text{ min} \quad 0,17 \mu\text{s}$$

$$A19B.8(\alpha) 611 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$A19B.9(\alpha) \text{ για } E_{a,\text{des}} = 15 \text{ kJ mol}^{-1} \quad t_{1/2} (400 \text{ K}) = 9,1 \text{ ps} \quad t_{1/2} (1000 \text{ K}) = 0,61 \text{ ps}$$

$$\text{για } E_{a,\text{des}} = 150 \text{ kJ mol}^{-1} \quad t_{1/2} (400 \text{ K}) = 3,9 \times 10^6 \text{ s} \quad t_{1/2} (1000 \text{ K}) 6,8 \mu\text{s}$$

$$Π19B.3 165 \quad 13,1 \text{ cm}^3 \quad 263 \quad 12,5 \text{ cm}^3$$

$$Π19B.5 7,3 \text{ mol kg}^{-1} \quad 5,1 \times 10^{-3} \text{ kPa}^{-1}$$

$$Π19B.7 \Delta_{\text{ad}} H^\ominus = -20 \text{ kJ mol}^{-1} \quad \Delta_{\text{ad}} G^\ominus = -64 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$Π19B.9 c_2 = 2,22 \quad c_1 = 0,16 \text{ g}$$

19Γ Ετερογενής κατάλυση

$$A19Γ.1(\alpha) 11 \text{ m}^2$$

$$A19Γ.3 k_c = 3,7 \times 10^{-3} \text{ kPa s}^{-1}$$

19Δ Διεργασίες σε ηλεκτρόδια

A19Δ.1(α) 0,14 V

A19Δ.2(α) 2,8 mA cm⁻²

A19Δ.3(α) 49 mA cm⁻²

A19Δ.4(α) 1,7 × 10⁻⁴ A cm⁻² 1,7 × 10⁻⁴ A cm⁻²

A19Δ.5(α) 0,31 mA cm⁻² 5,4 mA cm⁻² -1,4 × 10⁴² mA cm⁻²

A19Δ.6(α) για το H⁺/Pt 4,9 × 10¹⁵ s⁻¹ 3,9 s⁻¹ για το Fe³⁺/Pt 1,6 × 10¹⁶ s⁻¹ 12 s⁻¹
για το H⁺/Pb 3,1 × 10⁷ s⁻¹ 2,4 × 10⁻⁸ s⁻¹

A19Δ.7(α) 33 Ω 3,3 × 10¹⁰ Ω

Π19Δ.1 α = 0,38 j₀ = 0,79 mA cm⁻²

Π19Δ.3 E(Fe²⁺/Fe) = -0,611 V α = 0,365 j₀ = 8,91 nA cm⁻²

Π19Δ.5 α = 0,50 j₀ = 1,99 × 10⁻⁵ mA m⁻²

Δ19.1 $U = \frac{4}{3}\pi\epsilon r_0^3 \mathcal{N} \left[\frac{1}{15} \left(\frac{r_0}{R} \right)^9 - \frac{1}{2} \left(\frac{r_0}{R} \right)^3 \right]$ R_σ = 294 pm -304 kJ mol⁻¹

Δ19.3 57,7 pN

Δ19.5 +1,23 V +1,06 V +1,09 V