

Να υπολογισθεί η μέση τετραγωνική (rms) ταχύτητα μορίων οξυγόνου σε θερμοκρασία 25°C.

$$u_{rms} = ?;$$

$$M = 32 \text{ g}$$

$$T = (25 + 273) \text{ K}$$

$$\frac{1}{2} Nm \langle u^2 \rangle = \frac{1}{2} nM \langle u^2 \rangle = \frac{3}{2} nRT \Rightarrow u_{rms} = \sqrt{\langle u^2 \rangle} = \sqrt{\frac{3 \times 8.31451 \times 298}{32}} = 482 \text{ m/sec}$$

Υπολογίστε τον όγκο V που καταλαμβάνει 1 mol αερίου O_2 υπό πίεση $P = 100 \text{ kPa}$, όταν η $u_{rms} = 482 \text{ m/sec}$.

$$PV = nRT \Rightarrow V = n \frac{RT}{P} = 1 \frac{8.31451 \times 298}{100000} = 0.0248 \text{ m}^3$$

Ατμοσφαιρικός αέρας με σχετική υγρασία 60% ψύχεται από τους 40°C στους 5°C και αποκτά σχετική υγρασία 30%. Να υπολογίσετε το ποσοστό μείωσης των υδρατμών στον αέρα. Χρησιμοποιήστε διάγραμμα $p_{ws}(T)$.

$$rh = \frac{p_w}{p_{ws}} 100$$

$$p_w V = nRT$$

$$\frac{rh_1}{rh_2} = \frac{\frac{p_{w,1}}{p_{ws,1}} 100}{\frac{p_{w,2}}{p_{ws,2}} 100} = 2 = \frac{\frac{n_1 RT_1 / V}{75}}{\frac{n_2 RT_2 / V}{10}} = \left(\frac{n_1}{n_2} \right) \frac{T_1 \times 10}{T_2 \times 75} = \left(\frac{n_1}{n_2} \right) \frac{313 \times 10}{278 \times 75} = 0.1501 \times \left(\frac{n_1}{n_2} \right) \Rightarrow \left(\frac{n_1}{n_2} \right) = 13.3$$

Να υπολογισθεί η μεταβολή στην γραμμομοριακή εντροπία ατμού νερού, που θερμαίνεται από τους 160° στους 170°C υπό σταθερό όγκο.

$$c_{V,m} = 26.92 \text{ J/Kmol}$$

$$T_f = 170 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_i = 160 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta V = 0$$

$$\Delta S_m = 0.615 \text{ J/Kmol}$$

$$\Delta S = C \ln \frac{T_f}{T_i}$$

$$\Delta S_m = c_{V,m} \ln \frac{T_f}{T_i}$$

Να υπολογισθεί η γραμμομοριακή εντροπία τήξεως του πάγου στους 0°C, αν η γραμμομοριακή ενθαλπία τήξεως σ' αυτή την θερμοκρασία είναι 6.01 kJ/mol. Η πίεση θεωρείται σταθερή και ίση με 1 bar.

$$\begin{aligned} T_m &= 0 \quad ^\circ\text{C} \\ \Delta H_m &= 6.01 \quad \text{kJ/mol} \\ \Delta S_m &= 22.01 \quad \text{J/Kmol} \end{aligned}$$

$$\Delta S_m = \frac{\Delta H_m}{T_m}$$

Η λυσοζύμη (ένζυμο που λύει κυτταρικά τοιχώματα) αποδιατάσσεται στην μεταβατική θερμοκρασία των 75.5°C (σε πίεση 1 bar) και η τυπική ενθαλπία της μετατροπής είναι 509 kJ/mol. Πόση είναι η μεταβολή της εντροπίας που συνδέεται με την αποδιάταξη της πρωτεΐνης;

$$\begin{aligned} T_{tr} &= 75.5 \quad ^\circ\text{C} \\ \Delta H_{tr} &= 509 \quad \text{kJ/mol} \end{aligned}$$

$$\Delta S_{tr} = \frac{\Delta H_{tr}}{T_{tr}}$$

$$\Delta S_{tr} = 1.46 \quad \text{kJ/Kmol}$$

Να υπολογισθεί η αύξηση της εντροπίας του περιβάλλοντος κατά τη διάρκεια μιας ημέρας λόγω του μεταβολισμού ενός ανθρώπου στους 25°C. Ο ρυθμός του βασικού μεταβολισμού είναι περίπου 100J/s.

$$\begin{aligned} Q &= 8640000 \quad \text{J} \\ \Delta S &= 28.99 \quad \text{kJ/K} \end{aligned}$$

Να υπολογισθεί η θερμότητα που απαιτείται για να ανυψώσει την θερμοκρασία 450 g νερού από τους 15°C στους 85°C. Η ειδική θερμότητα του νερού είναι 4.18 J/g/°C.

$$\begin{aligned} m &= 450 \quad \text{g} \\ c &= 4.18 \quad \text{J/g/}^\circ\text{C} \\ T_i &= 15^\circ\text{C} \\ T_f &= 85^\circ\text{C} \end{aligned} \quad Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$\Delta T = T_f - T_i = 85^\circ\text{C} - 15^\circ\text{C} = 70^\circ\text{C}$$

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T = (450 \text{ g}) \cdot (4.18 \text{ J/g/}^\circ\text{C}) \cdot (70^\circ\text{C})$$

$$Q = 131670 \quad \text{J}$$

$$Q = 1.3 \times 10^5 \quad \text{J} = 130 \quad \text{kJ}$$

12.9 g αγνώστου μετάλλου σε θερμοκρασία 26.5°C τοποθετείται σε θερμιδόμετρο που περιέχει 50.0 g νερού σε θερμοκρασία 88.6°C. Το μέταλλο αρχίζει και θερμαίνεται ενώ το νερό ψύχεται έως ότου στην θερμοδυναμική ισορροπία αποκτήσουν κοινή θερμοκρασία 87.1°C. Θεωρώντας ότι το σύνολο της θερμότητας που απέβαλε το νερό προσλήφθηκε από την ποσότητα μετάλλου (μηδενικές απώλειες στο περιβάλλον και στο θερμιδόμετρο) προσδιορίστε την ειδική θερμότητα του αγνώστου μετάλλου. Η ειδική θερμότητα του νερού είναι 4.18 J/g/°C.

Q_w : θερμότητα που απέβαλε το νερό.

Q_m : θερμότητα που προσέλαβε το μέταλλο.

$$Q_w = Q_m$$

$$Q_w = m_w \times c_w \times \Delta T_w = 50 \times 4.18 \times (T_f - T_{i,w}) = 50 \times 4.18 \times (-1.5) = -313.5 \text{ J}$$

$$Q_m = 313.5 = m_m \times c_m \times \Delta T_m = 12.9 \times c_m \times (T_f - T_{i,m}) = 12.9 \times c_m \times 60.6$$

$$c_m = 0.4 \text{ J/g/}^\circ\text{C}$$

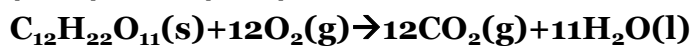
Έστω ανθρώπινος εγκέφαλος που λειτουργεί με ρυθμό κατανάλωσης ενέργειας 20 J/s. Αν η ΔG της καύσης 1mol γλυκόζης ($C_6H_{12}O_6$) είναι -2828 kJ, τί ποσότητα γλυκόζης σε g θα καταναλώσει σε μια ώρα;

$$\begin{array}{ll} \text{MB=} & 180 \text{ g} \\ \text{καταν./1h} & 72000 \text{ J} \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} 180 \text{ g} & 2828000 \text{ J} \\ ; & 72000 \text{ J} \end{array}$$

$$4.583 \text{ g}$$

Να υπολογισθεί ο νεπέριος λογάριθμος της «σταθεράς χημικής ισορροπίας» για την αντίδραση



από τις πρότυπες ελεύθερες ενέργειες σχηματισμού ($\Delta_r G^\ominus$) των αντιδρώντων και προϊόντων.

$$\Delta_r G^\ominus(CO_2) = -394 \text{ kJ/mol}, \Delta_r G^\ominus(H_2O) = -237 \text{ kJ/mol}, \Delta_r G^\ominus(C_{12}H_{22}O_{11}) =$$

$$-2375 \text{ kJ/mol}, \Delta_r G^\ominus(O_2) = 0 \text{ kJ/mol}$$

$$RT = 2.48 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta G = -4960 \rightarrow \ln K = -\Delta G/RT = 4960/2.48 = 2000$$

Η ταχύτητα της αντίδρασης $A + 3 B \rightarrow C + 2D$ δίνεται $1.0 \text{ mol L}^{-1}\text{s}^{-1}$. Προσδιορίστε τις ταχύτητες κατανάλωσης των αντιδρώντων και σχηματισμού των προϊόντων.

$$v = -\frac{d[A]}{dt} = -\frac{1}{3} \frac{d[B]}{dt} = \frac{d[C]}{dt} = \frac{1}{2} \frac{d[D]}{dt} = 1.0 \frac{\text{mol/L}}{\text{s}}$$

$$v_A = 1.0 \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$$

$$v_B = 3.0 \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$$

$$v_C = 1.0 \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$$

$$v_D = 2.0 \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$$

Ο νόμος της ταχύτητας για την αντίδραση $A + 3 B \rightarrow C + 2D$ βρέθηκε ότι είναι $v = k[A][B]^2$. Ποιες είναι οι μονάδες της σταθεράς k ;

$$v = -\frac{d[A]}{dt} = k[A][B]^2 \Rightarrow k = \frac{(\text{mol/L})}{(\text{mol/L})(\text{mol/L})^2 \text{ s}} = \frac{\text{L}^2}{\text{mol}^2 \text{ s}}$$

Η σταθερά της ταχύτητας για την αντίδραση πρώτης τάξεως $2 A \rightarrow P$ είναι $k = 6.93 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ στους 25°C . α) Πόσος είναι ο χρόνος ημισείας ζωής του A; β) Εάν η αρχική συγκέντρωση του A είναι 1 mol/L , πόση θα γίνει μετά από 1h;

α)

$$v = -\frac{1}{2} \frac{d[A]}{dt} = k[A] = 2k[A] = k'[A]$$

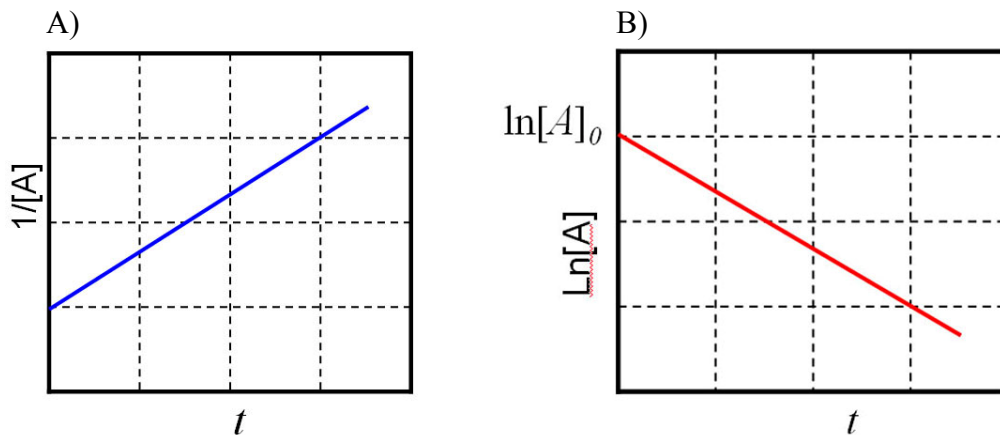
$$\tau_{1/2} = \frac{\ln 2}{k'} = \frac{\ln 2}{2k} = \frac{0.693}{2 \times (6.93 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1})} = 5 \times 10^3 \text{ s}$$

β)

$$N(t) = N(0)e^{-2kt} \Rightarrow N(3600 \text{ s}) = 1 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \exp(-2 \times 6.93 \times 10^{-5} \times 3600) =$$

$$= 1 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \exp(-0.5) = 0.6 \text{ mol/L}$$

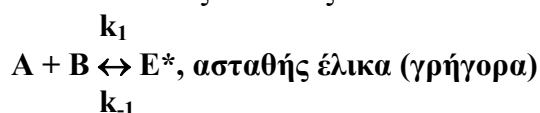
Τα κινητικά πειραματικά δεδομένα δύο αντιδράσεων έδωσαν τα διαγράμματα που ακολουθούν. Ποιές είναι οι τάξεις των δύο αντιδράσεων;



Ένας από τους κινδύνους των πυρηνικών εκρήξεων είναι η δημιουργία ραδιενεργού ^{90}Sr και η επακόλουθη ενσωμάτωσή του στα οστά στην θέση του ασβεστίου. Το ισότοπο αυτό εκπέμπει ακτίνες β ενέργειας 0.55 MeV και ο χρόνος ημισείας ζωής του είναι 28.1 y. Υποθέστε ότι 1.00 μg απορροφήθηκε από ένα νεογέννητο παιδί. Ποια ποσότητα του ισότοπου θα έχει παραμείνει μετά από 18 y εάν υποθέσουμε ότι δεν θα υπάρξουν απώλειες λόγω μεταβολισμού;

$$N(t) = N(0) \exp\left(-\frac{0.693}{\tau_{1/2}} t\right) \Rightarrow N(18) = 1.0 \mu\text{g} \exp\left(-\frac{0.693 \times 18}{28.1}\right) = 1.0 \mu\text{g} \exp(-0.444) = 0.6415 \mu\text{g}$$

Θεωρήστε τον ακόλουθο μηχανισμό επανασηματισμού της διπλής έλικας του DNA από τους κλώνους A and B:



Να παραχθεί η εξίσωση της ταχύτητας για τον σχηματισμό της διπλής έλικας και να εκφραστεί η σταθερά της ταχύτητας της αντίδρασης επανασηματισμού ως προς τις σταθερές ταχύτητας των επιμέρους βημάτων.

Υποθέτουμε ότι το πρώτο βήμα εξασφαλίζει μια προ-ισορροπία λόγω της μεγάλης ταχύτητάς του. Γράφουμε την σταθερά ισορροπίας:

$$K = \frac{[E^*]_{\text{ισ}}}{[A]_{\text{ισ}} [B]_{\text{ισ}}} \Rightarrow [E^*]_{\text{ισ}} = K[A]_{\text{ισ}} [B]_{\text{ισ}}$$

Επίσης $K = \frac{k_1}{k_{-1}}$

Ο νόμος της ταχύτητας για το βήμα που καθορίζει την συνολική ταχύτητα θα είναι:

$$v = \frac{d[E]}{dt} = k_2[E^*] = k_2K[A]_{l\sigma}[B]_{l\sigma} = k[A]_{l\sigma}[B]_{l\sigma}$$

$$k = k_2K = \frac{k_2k_1}{k_{-1}}$$

Η μεταβολή της ελεύθερης ενέργειας Gibbs μιας διαδικασίας υπό σταθερή πίεση βρέθηκε ότι ικανοποιεί την εξίσωση $\Delta G = -73.1 + 42.8T$. Υπολογίστε την τιμή της μεταβολής της εντροπίας κατά την διαδικασία αυτή. (G/J, T/K).

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

$$\left(\frac{\partial \Delta G}{\partial T}\right)_P = -\Delta S = -42.8 \text{ J/K}$$

Ο σχετικός πληθυσμός $\sigma\pi = n_d/n_n$ μιας πρωτεΐνης στην μετουσιωμένη και στην φυσιολογική της κατάσταση σε θερμοκρασία $T_1 = 293 \text{ K}$ είναι 1.2×10^{-4} . Σε ποια θερμοκρασία ο πληθυσμός της μετουσιωμένης πρωτεΐνης θα εξισωθεί περίπου με αυτόν της φυσιολογικής;

$$\left. \begin{aligned} \sigma\pi(T_1) &= \frac{n_d(T_1)}{n_n(T_1)} = e^{-\Delta\varepsilon/kT_1} = 1.2 \times 10^{-4} \\ \sigma\pi(T_2) &= \frac{n_d(T_2)}{n_n(T_2)} = e^{-\Delta\varepsilon/kT_2} = 1.0 \end{aligned} \right\} \Rightarrow$$

$$T_2 = T_1 \frac{\ln \sigma\pi(T_1)}{\ln \sigma\pi(T_2)} = 293 \times \frac{\ln(0.00012)}{\ln(0.99999)} = 293 \times \frac{-9.028}{-0.00001} = 264520400 \text{ K}$$

Πόση θα πρέπει να είναι η διαφορά ενέργειας $\Delta\varepsilon$ μεταξύ μετουσιωμένης και φυσιολογικής πρωτεΐνης ώστε ο σχετικός πληθυσμός να είναι 1;

$$\frac{n_d}{n_n} = e^{-\Delta\varepsilon/kT} = 1.0 \Rightarrow -\Delta\varepsilon/kT = \ln 1 = 0 \Rightarrow \Delta\varepsilon = -\ln 1 \times kT = 0 \text{ J}$$