

Skriftlig reeksamen i KemiF1 (Grundlæggende fysisk kemi)

Fredag 25 August 2006 kl. 9⁰⁰ – 13⁰⁰

Alle nødvendige data til besvarelse af spørgsmålene i opgaven er samlet i Tabel 1.

Tabel 1: Termodynamiske data ved 25 °C.

Kemisk forbindelse $\Delta_f H^\ominus / \text{kJ mol}^{-1}$ $\Delta_f G^\ominus / \text{kJ mol}^{-1}$

O ₂ (g)	0	0
H ₂ O(l)	-285.83	-237.13
CO ₂ (g)	-393.51	-394.36
CO ₂ (aq)	-413.80	-385.98
α -D-Glycose(s)	-1274,0	-919.56
α -D-Glycose(aq)	-1263.07	-914.54

1 atm = 101.325 kPa.

Vands massefylde, $\rho(\text{H}_2\text{O})$ ved 25 °C: $\rho(\text{H}_2\text{O}) = 1.00 \text{ g/ml}$.

Fødestoffers varedeklaration indeholder oplysninger om deres energi f.eks. angivet som kJ i 100 gram af det pågældende fødestof. Tallet angiver den energi (som varme) stoffet afgiver ved forbrænding ved konstant tryk.

1) Beregn den molære forbrændingsenergi af druesukker, α -D-Glucose(s) (C₆H₁₂O₆); dvs.

forbrændingsvarmen ved forbrænding af 180 g α -D-Glucose(s) ved 25 °C og $P = P^\ominus$.

2) Beregn det maksimale nyttearbejde *man kan udføre*, $-W_{\text{add,max}}$, ved forbrænding af et mol α -D-Glucose(aq) ved 25 °C og standardomstændigheder, dvs. for en 1 molal opløsning af α -D-Glucose(aq) og partialtryk af gasser $P_i = 1$ bar.

3) Beregn tilsvarende det maksimale nyttearbejde man kan udføre ved forbrænding af et mol α -D-Glucose(aq) ved 37 °C og standardomstændigheder. Forbrændingsvarmen, $\Delta_c H^\ominus$ og dermed $\Delta_c S^\ominus$, kan betragtes som uafhængig af temperaturen i intervallet [25°C, 37°C].

Glucose, eller "blodsukker", som det også kaldes, findes i blodet i en koncentration på typisk 5 mmol/kg(lymfe). Partialtrykket af O_2 er $P(O_2) = 0.2$ atm og partialtrykket af CO_2 i lungerne kan sættes til $P(CO_2) = 0.1$ atm.

4) Beregn talværdien af reaktionskvotienten, Q , ved 37 °C ved forbrænding af et mol Glucose, når det findes i en koncentration af 5mmol/kg og ved de to partialtryk $P(O_2) = 0.2$ atm og $P(CO_2) = 0.1$ atm. Glucose i lymfe kan behandles som en fortyndet vandig opløsning med en aktivitet af vand på $a(H_2O(l)) = 0.95$.

5) Beregn det maksimale nyttearbejde, $-W_{\text{add,max}}$, der kan vindes ved forbrænding af et mol

Glucose(aq) ved 37 °C og de aktuelle fysiologiske aktiviteter der er angivet i spm 4.

Når et menneske udfører f. eks. et mekanisk arbejde kan man bestemme at kun ca. 20% af Gibbsenergien udnyttes til arbejdet, dvs. til $-W_{add}$.

6) Beregn den varme, der afgives som kropsvarme, ved udførelse af et sådan mekanisk arbejde, når der omsættes et mol Glucose(aq) ved 37 °C og en reaktionskvotient givet ved de fysiologiske aktiviteter af de indgående reaktanter og produkter der er angivet i spm. 4. Forbrændingsenthalpien, $\Delta_c H$, kan behandles som uafhængig af temperatur og af aktiviteter (dvs. $\Delta_c H$ ved 37 °C = $\Delta_c H^\ominus$ ved 37 °C. Hvis spm. 3-5 ikke er besvaret kan $\Delta_c G$ ved 37 °C sættes til $\Delta_c G = -2900$ kJ/mol.)

Det er således resultatet af spm. 5 der angiver den rigtige ("stofskifte") værdi af Glycose og ikke forbrændingsvarmen, $-\Delta_c H^\ominus$, (spm. 1).

7) Kan det maksimale nyttearbejde man kan udføre, $-W_{add,max}$, ved for omsætning af 1 mol Glucose være større eller mindre end $-\Delta_c H^\ominus$, og i givet fald hvor meget større eller mindre?

Svaret skal begrundes.

Ved forbrænding af f.eks. Glucose udvikles der CO₂, der er noget opløselig i vand, dvs. CO₂(aq).

8) Beregn værdien af Henry's lov konstanten, $K_H(\text{CO}_2)$ ved 25 °C. (Henry's lov udtrykt ved molalitet af det opløste stof B : $P_B = K_H \times b_B$).

Atmosfærens indhold af CO_2 er øget fra 315 ppm (parts per million) i 1960 til 380 ppm som følge af afbrænding af forslit materiale (olie og kul).

9) Beregn antal mol $\text{CO}_2(\text{aq})$ i en kubikmeter vand i ligevægt med atmosfæren ($P = 1 \text{ atm}$) med et indhold af $\text{CO}_2(\text{g})$ på 380 ppm , dvs. med et partialtryk på $3.8 \times 10^{-4} \text{ atm}$. (Hvis spm 8. ikke er besvaret kan man anvende værdien af Henry's lov konstanten fra Tabel 5.1 i PC(8): $3.01 \times 10^3 \text{ kPa kg/mol}$)

Forøgelse af drivhusgasser i atmosfæren bevirker at temperaturen stiger.

10) Kan oceanerne indeholde mere eller mindre $\text{CO}_2(\text{aq})$ ved en temperaturstigning.

Svaret skal begrundes.