

מבוא לחומרים למורים

תרגיל 4 - פיתרון

1. חשבו את מספר העדריות בחוט אלומיניום בקוטר של 3 מ"מ, באורך של 2 מ' וטמפרטורה של 450 מעלות צלזיוס, אם נתון שהאנרגיה להיווצרות העדרות היא 0.75eV/atom

פיתרון

מספר ההעדרויות שווה ל $N_v = N \cdot \exp(-Q/KT)$. נחשב תחילה את N :

$$N = V \cdot N_A \cdot \rho / M_w; \rho = 2.7\text{g/cm}^3; M_w = 26.982\text{g/mol}; N_A = 6.022 \cdot 10^{23}\text{atom/mol};$$

$$V = 0.15^2 \cdot \pi \cdot 200 = 14.14\text{cm}^3 \rightarrow N = 2.7 \cdot 6.022 \cdot 10^{23} \cdot 14.14 / 26.982 = 8.52 \cdot 10^{23}\text{atom}$$

נעביר את Q ליחידות של J/atom:

$$1\text{eV} = 1.602 \cdot 10^{-19}\text{J} \rightarrow 0.75 \cdot 1.602 \cdot 10^{-19} = 1.2015 \cdot 10^{-19}$$

עתה נחשב את מספר ההעדרויות:

$$N_v = N \cdot \exp(Q/KT) = 8.52 \cdot 10^{23} \cdot \exp\{-1.2015 \cdot 10^{-19} / [(450 + 273.15) \cdot 1.38 \cdot 10^{-23}]\} = 5.03 \cdot 10^{18}\text{vacancies}$$

Density list


Density <http://chemistry.about.com>
©2010 Todd Helmenstine
About Chemistry

Solid or Liquid: g/cm³ at 20°C and 1 atm
Gas: g/liter at 0°C and 1 atm

1A		Density										8A																							
1	H											2	He																						
0.089												0.179																							
3	Li	4	Be											5	B	6	C	7	N	8	O	9	F	10	Ne										
0.53		1.85												2.34	2.28	1.25	1.43	1.70	0.90																
11	Na	12	Mg	13	Al	14	Si	15	P	16	S	17	Cl	18	Ar																				
0.97	1.74			2.70	2.33	1.82	2.07	3.21	1.78																										
19	K	20	Ca	21	Sc	22	Ti	23	V	24	Cr	25	Mn	26	Fe	27	Co	28	Ni	29	Cu	30	Zn	31	Ga	32	Ge	33	As	34	Se	35	Br	36	Kr
0.89	1.54	2.99	4.51	6.0	7.15	7.3	7.87	8.86	8.90	8.96	7.14	5.91	5.91	5.32	5.72	4.80	3.12	3.73																	
37	Rb	38	Sr	39	Y	40	Zr	41	Nb	42	Mo	43	Tc	44	Ru	45	Rh	46	Pd	47	Ag	48	Cd	49	In	50	Sn	51	Sb	52	Te	53	I	54	Xe
1.53	2.64	4.47	6.52	8.57	10.2	11	12.1	12.4	12.0	10.5	8.69	7.31	7.26	6.68	8.24	4.53	5.69																		
55	Cs	56	Ba	57-71	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn																
1.93	3.62	19.3	19.4	19.3	20.8	22.6	22.5	21.5	19.3	13.53	11.8	11.3	9.79	9.2																					
87	Fr	88	Ra	89-103	*** Elements > 104 exist only for very short half-lives and the data is unknown.***																														
plutonium	5.0	actinides																																	

Molar mass list

<http://www.periodni.com/en/>
New address! Please update your Bookmarks.



1												18																							
1	H											2	He																						
1.0079												4.0026																							
3	Li	4	Be											5	B	6	C	7	N	8	O	9	F	10	Ne										
6.941		9.0122												10.811	12.011	14.007	15.999	18.998	20.180																
11	Na	12	Mg	13	Al	14	Si	15	P	16	S	17	Cl	18	Ar																				
22.990	24.305			26.982	28.086	30.974	32.066	35.453	39.948																										
19	K	20	Ca	21	Sc	22	Ti	23	V	24	Cr	25	Mn	26	Fe	27	Co	28	Ni	29	Cu	30	Zn	31	Ga	32	Ge	33	As	34	Se	35	Br	36	Kr
39.098	40.078	44.956	47.887	50.942	51.996	54.938	55.845	51.993	58.993	63.546	65.409	69.723	72.64	74.922	71.96	79.904	83.798																		
37	Rb	38	Sr	39	Y	40	Zr	41	Nb	42	Mo	43	Tc	44	Ru	45	Rh	46	Pd	47	Ag	48	Cd	49	In	50	Sn	51	Sb	52	Te	53	I	54	Xe
85.468	17.62	88.906	91.224	92.906	95.94	(93)	101.07	102.91	106.42	107.87	112.41	114.82	118.71	121.76	127.60	126.90	131.29																		
55	Cs	56	Ba	57-71	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn																
132.91	137.33	178.49	180.95	183.84	186.21	190.23	192.22	195.08	196.97	200.59	204.38	207.2	208.98	(209)	(210)	(222)																			
87	Fr	88	Ra	89-103	Copyright © 1998-2007 by Ed. Periodni																														
(223)	(226)	Ac-Lr																																	

2. מקדם הדיפוזיה של חמצן ב Cr_2O_3 הוא $4 \cdot 10^{-19} \text{ [m}^2/\text{s]}$ ב $1150 \text{ }^\circ\text{C}$ ו $6 \cdot 10^{-15} \text{ [m}^2/\text{s]}$ ב $1715 \text{ }^\circ\text{C}$. חשבו את אנרגיית האקטיבציה ו D_0 .

פיתרון:

$$E = \ln\left(\frac{D_2}{D_1}\right) \cdot \frac{K_B}{\left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right)} = \ln\left(\frac{6 \cdot 10^{-15}}{4 \cdot 10^{-19}}\right) \cdot \frac{1.38 \cdot 10^{-23}}{\left(\frac{1}{1423} - \frac{1}{1988}\right)} = 6.644 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$D_0 = \frac{D_1}{\exp\left(\frac{-E}{K_B T_1}\right)} = \frac{4 \cdot 10^{-19}}{\exp\left(\frac{-6.644 \cdot 10^{-19}}{1.38 \cdot 10^{-23} \cdot 1423}\right)} = 1.977 \cdot 10^{-4} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$$

3. לוח ברזל חשוף בצידו האחד לאווירת פחמן מדולל ובצידו השני לאווירת פחמן מרוכז. חשבו את שטף הפחמן דרך הברזל בטמפרטורה של $700 \text{ }^\circ\text{C}$ אם נתון שבמרחק 5 מ"מ ו 10 מ"מ מתחת פני השטח החשופים ל אווירת פחמן רכוזי הפחמן הם 1.2 ו 0.8 $[\text{kg}/\text{m}^3]$, בהתאמה. הנחו שמקדם הדיפוזיה של פחמן בברזל הוא $3 \cdot 10^{-11} \text{ [m}^2/\text{s]}$ בטמפרטורה זו ושהמסה המולרית של פחמן היא 12 [gr/mol] .

פיתרון:

$$J = -D \cdot \frac{C_2 - C_1}{\Delta X}$$

$$C_1 = \frac{1200}{12} \cdot 6.022 \cdot 10^{23} = 6.022 \cdot 10^{25} \frac{\text{atom}}{\text{m}^3}$$

$$C_2 = \frac{800}{12} \cdot 6.022 \cdot 10^{23} = 4.015 \cdot 10^{25} \frac{\text{atom}}{\text{m}^3}$$

$$\Delta X = (10 - 5) \cdot 10^{-3} = 5 \cdot 10^{-3}$$

↓

$$J = -D \cdot \frac{C_1 - C_2}{\Delta X} = -3 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{4.015 \cdot 10^{25} - 6.022 \cdot 10^{25}}{5 \cdot 10^{-3}} = 1.2044 \cdot 10^{17} \frac{\text{atom}}{\text{m}^2 \cdot \text{s}}$$