

化学第2中間試験問題

2011年12月2日 担当 石川

注意:教科書、ノート参照不可。電卓使用可。電卓貸借禁。電卓を使わない場合には有効桁数は1桁でよい。

0, 以下の問題において、致命的な間違い(ワープロミスでなく、解答不能な状況になるもの、与えられた数値が常識的におかしいもの)を見つけた場合は、何が間違っているかを指摘するとともに、問題文を正しいと考える形態に修正し、修正した問題に対する解答を記せ。

1, 電磁波に関する次の問に答えよ

- (1)ラジオ(周波数:数百kHz程度)が受信できる室内で携帯電話が受信できないことがある。この理由を説明せよ。
- (2)光の波動性と粒子性を示す実験結果を一つずつ上げ、その実験結果が、どのような論理で波動性もしくは粒子性を示す決め手となっているかを説明せよ。

2, 以下の問いに答えよ。

- (1)静止している電子と陽子を1Vの電位差で加速した。それぞれの粒子のドブロイ波長を求めよ。
- (2)波長600nmの赤色の光子1個のエネルギーを求めよ。
- (3)携帯電話の使用周波数は800MHzもしくは2GHzである。出力5Wの基地局から1秒間に放出される光子数をそれぞれの周波数帯で求めよ。
- (4)A元素-B元素の結合エネルギーは420kJ/molであるとする。この結合を光で切るためには、波長何nm(以下)の光である必要があるかを求めよ。

3, 原子量113、密度3で単純立方結晶の元素がある。この元素を用いて電子線回折実験を行うためには、電子を何V程度の電圧で加速すべきかを理由を含めて示せ。

4, 動きが1次元上に制限された粒子に関する次の問に答えよ。

- (1)区間0からLの間でのみポテンシャルが0でそれ以外が無限大の井戸での、 $x=0, L$ における波動関数の値を、その値となる理由と共に記せ。
- (2)上記の境界条件下で粒子の波動関数とエネルギーの式、エネルギーの最低値を求めよ。
- (3)上記で求めたエネルギーの最低値は0であるか、有限の値であるか。もし有限の値である場合には温度によらず最低エネルギーが0になれない理由を説明せよ。
- (4)上記の粒子の波動関数は運動量演算子の固有関数か。固有関数なら運動量を、固有関数でないならば、運動量の期待値を求めよ。

裏面は参考資料。物理定数値の括弧内は電卓を使用しない場合に用いる有効数字1桁の値(たとえば、プランク定数は 7×10^{-34} J sとしてよい)。その下の表は平方根および立方根。

$$h=6.63(7)\times 10^{-34}JS$$

$$c=3.00(3)\times 10^8ms^{-1}$$

$$k=1.38(1)\times 10^{-23}JK^{-1}$$

$$m_e=9.11(9)\times 10^{-31}kg$$

$$m_p=1.67(2)\times 10^{-27}kg$$

$$m_n=1.67(2)\times 10^{-27}kg$$

$$N_A=6.02(6)\times 10^{23}mol^{-1}$$

$$e=1.60(2)\times 10^{-19}C$$

$$E=mc^2$$

$$\lambda=h/p$$

$$E=h\nu$$

$$-\frac{\hbar^2}{2m}\frac{d^2\psi}{dx^2}+V(x)\psi=E\psi$$

$$\frac{\hbar}{i}\frac{d\psi}{dx}=p\psi$$

$$\Delta p\Delta q\geq\frac{1}{2}\hbar$$

	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0	0.00	3.16	4.47	5.48	6.32	7.07	7.75	8.37	8.94	9.49
1	1.00	3.32	4.58	5.57	6.40	7.14	7.81	8.43	9.00	9.54
2	1.41	3.46	4.69	5.66	6.48	7.21	7.87	8.49	9.06	9.59
3	1.73	3.61	4.80	5.74	6.56	7.28	7.94	8.54	9.11	9.64
4	2.00	3.74	4.90	5.83	6.63	7.35	8.00	8.60	9.17	9.70
5	2.24	3.87	5.00	5.92	6.71	7.42	8.06	8.66	9.22	9.75
6	2.45	4.00	5.10	6.00	6.78	7.48	8.12	8.72	9.27	9.80
7	2.65	4.12	5.20	6.08	6.86	7.55	8.19	8.77	9.33	9.85
8	2.83	4.24	5.29	6.16	6.93	7.62	8.25	8.83	9.38	9.90
9	3.00	4.36	5.39	6.24	7.00	7.68	8.31	8.89	9.43	9.95

	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0	0.00	2.15	2.71	3.11	3.42	3.68	3.91	4.12	4.31	4.48
1	1.00	2.22	2.76	3.14	3.45	3.71	3.94	4.14	4.33	4.50
2	1.26	2.29	2.80	3.17	3.48	3.73	3.96	4.16	4.34	4.51
3	1.44	2.35	2.84	3.21	3.50	3.76	3.98	4.18	4.36	4.53
4	1.59	2.41	2.88	3.24	3.53	3.78	4.00	4.20	4.38	4.55
5	1.71	2.47	2.92	3.27	3.56	3.80	4.02	4.22	4.40	4.56
6	1.82	2.52	2.96	3.30	3.58	3.83	4.04	4.24	4.41	4.58
7	1.91	2.57	3.00	3.33	3.61	3.85	4.06	4.25	4.43	4.59
8	2.00	2.62	3.04	3.36	3.63	3.87	4.08	4.27	4.45	4.61
9	2.08	2.67	3.07	3.39	3.66	3.89	4.10	4.29	4.46	4.63

	100	200	300	400	500	600	700	800	900
0	4.64	5.85	6.69	7.37	7.94	8.43	8.88	9.28	9.65
10	4.79	5.94	6.77	7.43	7.99	8.48	8.92	9.32	9.69
20	4.93	6.04	6.84	7.49	8.04	8.53	8.96	9.36	9.73
30	5.07	6.13	6.91	7.55	8.09	8.57	9.00	9.40	9.76
40	5.19	6.21	6.98	7.61	8.14	8.62	9.05	9.44	9.80
50	5.31	6.30	7.05	7.66	8.19	8.66	9.09	9.47	9.83
60	5.43	6.38	7.11	7.72	8.24	8.71	9.13	9.51	9.86
70	5.54	6.46	7.18	7.77	8.29	8.75	9.17	9.55	9.90
80	5.65	6.54	7.24	7.83	8.34	8.79	9.21	9.58	9.93
90	5.75	6.62	7.31	7.88	8.39	8.84	9.24	9.62	9.97