

化学第2中間試験問題

2010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。

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、電卓の使用の有無を記せ。なお、電卓を使わない場合には計算の有効桁数は1桁程度でよい。

2、電気コタツは赤外線ヒーターを使った局所暖房器具である。赤外線コタツにあたると、暖かく感じるが、赤外線コタツの強い光を浴びると火傷をすることはあっても日焼けはしない。一方、紫外線を放出するブラックライトの光を浴びると、さほど暖かく感じないのに日焼けする。この二つの器具の人体に対する効果の違いは、古典的な物理学の枠組みで説明出来るかを理由を含めて述べよ。また、光量子論を用いると両者の違いは説明できるか。説明出来るなら、光量子論に基づく説明を記せ。

3、波長620nm、強度1.00mWの光を量子効率1の太陽電池に照射した。
量子効率の定義は(光照射で発生した電子数/照射された光量子の数)である。

3-1、波長 620nm の光子 1 個のエネルギーを求めよ。

3-2、1 秒あたり太陽電池に照射される光子数を求めよ

3-2、この時に太陽電池から取り出せる電流の最大値を求めよ。

3-4、この太陽電池から取り出せる電圧の上限を求めよ。

4、ロシア生まれの物理学者であるガモフは一般向けの啓蒙書「不思議の国のトムキンス」の中で、プランク定数が大きく量子力学的な効果が日常的に見られる世界を描いている。プランク定数がどの程度の大きさだったらビリヤードで量子力学的な効果を考えに入れなければいけないかを以下の手順で求めよ。ただし、ビリヤードの玉の重さは約150g、直径5cm程度である。

4-1、プランク定数が本来の値であるとして、ビリヤードの玉が 1m/s で動くときのドブロイ波長を求めよ。

4-2、ドブロイ波長が玉の直径程度になった場合に、量子力学的な効果があらわになるものとする。プランク定数が本来の値である場合に、ビリヤードの玉のドブロイ波長が玉の大きさ程度になることはあり得るか。

4-3、ビリヤードの玉が 1m/s で運動する場合に、量子力学的効果があらわに見られるためには、プランク定数が、どの程度の値以上であるべきかを求めよ。

5、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。

5-1、全空間でポテンシャルが0である場合の規格化されていない波動関数、エネルギーの式、エネルギーの最低値を求めよ。

5-2,ポテンシャルが0からLの間のみ0でそれ以外では無限大の1次元井戸型ポテンシャル中の粒子に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。

5-3,上記の1, 2の場合のエネルギーの最低値は同じか、違う場合には、粒子がいる空間ではポテンシャルが0で同一でもあるにもかかわらずエネルギー最低値が異なった値になる理由を説明せよ。

数値	平方根
1	1.0
2	1.4
3	1.7
4	2.0
5	2.2
6	2.4
7	2.6
8	2.8
9	3.0
10	3.2
20	4.5
30	5.5
40	6.3
50	7.1
60	7.7
70	8.4
80	8.9
90	9.5
100	10.0

$$h=6.63 \times 10^{-34} \text{ JS}$$

$$c=3.00 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$$

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

$$m_e=9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

$$m_p=1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$m_n=1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$N_A=6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

$$e=1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$E=mc^2$$

$$\lambda=h/p$$

$$E=h\nu$$

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

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

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