

Übungen zu Integrierter Kurs II - Festkörper und Statistische Physik Blatt 1

Übungsleiter:

Dr. Andrea Donarini (3.1.24, Tel. 2040)

(Theorie, Do 8:30 - 10, Phy 2.1.29)

Dr. Christoph Lange (2.0.07, Tel. 5704)

(Experiment, Do 10 *c.t.* - 12, Phy 2.1.29)

Part I: Theory

1.1 Dice games

- Which is the probability of getting a 3 by rolling a regular cubic dice?
- Which is the probability of getting 7, by rolling 2 dices? How probable is it, instead, to get a number smaller than 12 ?
- Which the average of the numbers obtained by rolling 3 dices?
- How probable is it to obtain a number smaller than 18 by rolling 5 dices?

Let us now consider a dice with one heavier face. We know that the probability of getting an even number is, for this dice, $5/12$ and the probability of rolling a number smaller than 3 is $1/3$.

- Which is the heavier face? Which is the probability to roll precisely that face?

Remember that, in a regular dice, face 1 is opposite to face 6, face 2 to face 5, and face 3 to face 4.

1.2 The same birthdate

How large is the probability that at least two of the N students of a class share the same birthdate? Calculate this probability for $N = 15$. Can you say approximately for which number of students the probability is exactly $1/2$?

1.3 The meaning of never

Suppose 10^{10} monkeys sit at typewriters. Every monkey hits 10 keys per second on a typewriter with 25 keys (no distinction between uppercase and lowercase letters).

- What is the probability that the monkeys reproduce by chance a given sequence of $N = 5$ letters? How long will this take (on average)?
- What is the probability that any sequence of $N = 10^5$ characters will match Shakespeare's *Hamlet* which has approximately 10^5 characters?
- What is the probability that the correct *Hamlet* will be typed by any monkey during the age of the Universe (which is 10^{18} seconds $\sim 10^{10}$ years)?

Part II: Experiment

1.4 sp^2 -Hybridisierung

Graphit besteht aus Kohlenstoffschichten, wobei die Bindungen innerhalb der Schichten wesentlich stärker sind als die Bindungen zwischen den Schichten. Die Kohlenstoffatome jeder Schicht innerhalb der xy -Ebene besetzen die Ecken regelmäßiger Sechsecke. Jedes Kohlenstoffatom besitzt also eine dreizählige Symmetrie bezüglich Rotation um die z -Achse.

Durch Linearkombination der drei konventionellen Orbitale

$$|\Phi_{2s}\rangle = \frac{1}{4\sqrt{2\pi}} \left(2 - \frac{r}{a_B}\right) e^{-\frac{r}{2a_B}}$$

und

$$|\Phi_{2p_x}\rangle = \frac{1}{4\sqrt{2\pi}} \frac{r}{a_B} e^{-\frac{r}{2a_B}} \sin(\theta) \cos(\phi)$$

$$|\Phi_{2p_y}\rangle = \frac{1}{4\sqrt{2\pi}} \frac{r}{a_B} e^{-\frac{r}{2a_B}} \sin(\theta) \sin(\phi)$$

lassen sich symmetrieadaptierte Bindungsorbitale bilden. Dies bezeichnet man als sp^2 -Hybridisierung (r , θ und ϕ bezeichnen die Kugelkoordinaten, wobei die z -Achse durch $\theta = 0$ definiert ist). Die Bindungsorbitale müssen normiert und zueinander orthogonal sein. Symmetrieadaption bedeutet dann, dass die Konfiguration die dreizählige Symmetrie des Kristalls besitzt, also unter einer Rotation um 120° invariant ist.

Diskutiere Sie die folgenden Fragen: Sind die angegebenen Orbitale schon orthonormiert und orthogonal? Wählen Sie ein Hybrid-Bindungsorbital (Φ_1) derart, dass es spiegelsymmetrisch zur xz -Ebene ist und geben Sie die explizite Form der drei sp^2 -Hybridorbitale $|\Phi_i\rangle$, $i=1,2,3$ an. Skizzieren Sie den Querschnitt der Orbitale $|\Phi_i\rangle$ in der xy -Ebene.