

Quiz 1

姓名_____ 学号_____

1、对 CO_2 而言，下列那些说法是正确的：

- A. 气态 CO_2 转动自由度为 3，振动自由度为 3
- B. CO_2 的总自由度与相态有关
- C. 固态 CO_2 转动自由度为 2，振动自由度为 4
- D. CO_2 的振动自由度与相态有关

解：A，应分别为 2，4；B，分子总自由度只与原子个数有关；C、D 同理，非气态物质的转动、振动会变为类振动或晶格振动。

2、下列关于分子内运动自由度的说法错误的是

- A. 太阳大气（高温）中的一个 H 原子，平动自由度为 3
- B. 干冰晶体中的一个 CO_2 分子，转动自由度为 2
- C. 河流中的一个 H_2O 分子，分子内振动自由度为 3
- D. H_2O_2 分子有分子内转动

解：B，和 1 题考的是一个知识点，运动形式会随着晶格发生改变

3、能量换算在我们的课程中是一项非常重要的技能，除了常见的焦耳之外， $Hartree$ （基态氢原子势能的绝对值，约为 2625.5 kJ/mol ）、波长、波数等都可作为能量的表示方式。请问下述能量值比 1 eV 更小的是

A. 1500 nm	B. 9000 cm^{-1}	C. 30 kcal/mol	D. 0.5 Hartree
----------------------	---------------------------	--------------------------	--------------------------

解： $1 \text{ eV} = 0.037 \text{ Hartree} = 1240 \text{ nm} = 8000 \text{ cm}^{-1} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J} = 96 \text{ kJ/mol} = 23 \text{ kcal/mol}$

4、对于某种分子的给定振动模式，其相邻能级差的对应波数为 1878 cm^{-1} ，则

通过以下何种手段可以使其进行跃迁

- A. 能量为 0.23 eV 的绿光
- B. 波长为 $5.3 \times 10^{-6}\text{ m}$ 左右的红外
- C. 频率为 $9 \times 10^{18}\text{ Hz}$ 的 X 射线
- D. 未知能量的长波无线电波 ($\lambda > 10^8\text{ m}$)

解：虽然 A、B 选项的能量都符合题干，但是 A 选项是绿光，绿光本身就是有能量范围的，并且该能量范围和 0.23 eV 相差较远。

5、以下说法错误的是

- A. 利用无限深势阱模型处理分子平动，只能表述气态分子
- B. 平动量子数 n_x 、 n_y 、 n_z 中有一个等于 1 时，其分子的平动能级就位于基态
- C. 只有转动才能取到 $E = 0$ 的能级
- D. 其他条件不变，当分子的质量变大时，平动能级变密，能级间的能量差变小

解：三个平动量子数都为 1 时，才对应初始能级；只有转动量子数是从 0 开始的。

6、 HCl 分子转动常数记为 B 。下列关于它的转动能级说法正确的是

- A. 转动量子数为 J 的能级，其简并度为 $J(J + 1)$
- B. HCl 分子的转动常数比 H_2 分子的更大
- C. 相邻能级间隔随转动量子数 J 线性增大
- D. 总转动能级是绕三根互相垂直的轴的转动能级的加和

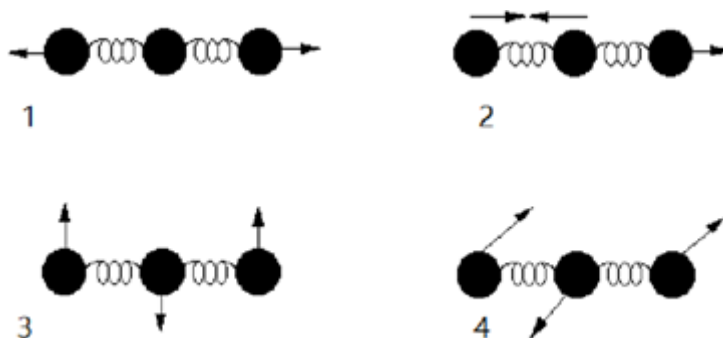
解：A，简并度应为对应磁量子数—— $2J + 1$ ；

B，转动常数与转动惯量是成反比的，显然氢气的半径更小、质量更小，所以转动惯量更小，转动常数更大（一般来说，氢气的转动常数是最大的）；

C， $E = hcBj(j + 1)$ ，所以谱线能量 $\Delta E = hcB \times 2j$ ，故而线性增大；

D，不是简单的加和，实质上是 E_x 和 E_y 的统合计算

7、气态二氧化碳的振动自由度是 4，其中____振动类型是简并的



A. 1 与 3	B. 1 与 2	C. 3 与 4	D. 2 与 4
----------	----------	----------	----------

解：依次为对称伸缩振动、不对称伸缩振动、弯曲振动（3、4 能量相同）

8、下列有关分子运动形式和耦合说法错误的是

- A. 没有电子激发与运动耦合的过程，就没有能量的互相传递
- B. 上课所讲的荧光磷光的发光过程，是典型的振动运动和电子激发的耦合
- C. 由于电子的基本能隙通常远大于平动，故两者不可耦合
- D. 分子的平动、转动、振动能级都是量子化的

解：A，书上 27 页 4.2.1 的第二段——运动不耦合，对应的能量也不会发生改变，自然不会传递、转化；B，书上 27 到 29 页的 4.2.2；C，运动的耦合是可以通过能量的积累或者改变环境所影响的

9、以下哪一项**不是**宏观状态与微观结构的正确描述

- A. 一个宏观状态的所有宏观可观测量都有给定的值
- B. 个别粒子的运动具有偶然性，大量粒子的统计表现出规律性
- C. 对于一个给定宏观状态，实现它的微观模式有多种
- D. 在一个给定的宏观状态内，每一个分子都只经历一种分子量子态

解： B，书上 37 页对布朗运动的介绍；D，书上 35 页最后一段——对应一个给

定的宏观状态，一个分子可能经历着多重分子量子态

10、假设有 2 个 Au 原子和 2 个 Ag 原子，分为平均的两堆（记为左堆、右堆），以下说法错误的是

- A. 宏观状态“左堆、右堆各有一个 Au 原子”的概率最高，权重为 4
- B. 宏观状态“左堆、右堆各有一个 Au 原子”对应的微观结构概率更高
- C. 对任意系统而言，其宏观状态确定，并不影响微观结构处于不确定的状态
- D. 在测量时间内，系统会遍历所有可能的微观结构

解：B，微观结构概率相同；C，这句话本身有所问题，如果这里的系统是人为构造的、只有一种微观状态的（比如熵值为 0 的完美晶体）非实际体系，那么这句话是错误的。但当宏观状态只对应一种微观结构时，讨论这两者的关系也没什么意义，并且相较于 C，B 的错误更为明显。

A 卷 1、3、5、8、9、10

B 卷 2、4、6、7、9、10