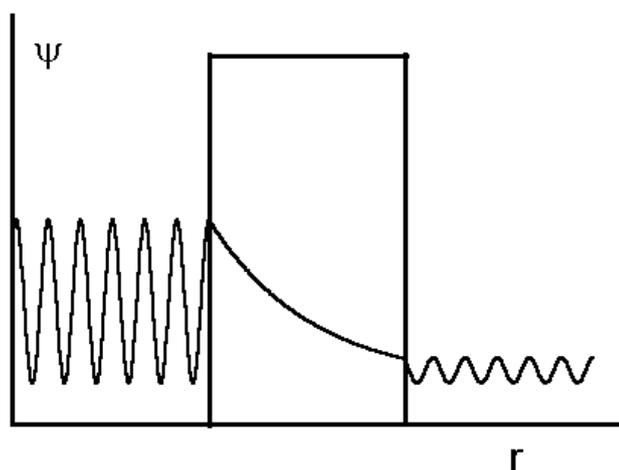


問題 28. 化学におけるトンネル現象

エネルギー障壁を通過するトンネル現象は、単に量子力学的効果によるものである。エネルギー障壁よりも粒子のエネルギーが小さく、古典的には粒子が存在し得ない領域であっても、その波動関数はゼロにはならないという事実によってこのトンネル効果は説明される。



アンモニアの反転はトンネル効果の例としてよく知られている。



この過程では、アンモニア分子は強い風にあおられた傘のように反転する。このトンネル現象の振動数は **24 GHz** であり、二つの状態間のエネルギー障壁は **25 kJ/mol** である。

1. アンモニアの反転についてのエネルギー状態図（反応座標に対するエネルギーの図）を書きなさい。この反応座標は何に対応するか？ 極大エネルギーに対応する座標はどのようなものか？

2. どの領域の電磁波を使った分光法によって、このアンモニア分子のトンネル反応を観測することができるか。

3. **トンネル現象の振動数に対応するエネルギー差を見積もれ。**また、このエネルギーと障壁の高さの比はどのようになるか。

4. 水素原子のうちのいくつかを重水素原子に置換した場合、このトンネル反応の振動数はどのように変化するかを説明しなさい。