|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ФИО\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | 1 | 2 | 3 | ∑ | Оценка |
| Группа\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ |  |  |  |  |  |

**Контрольная работа по первому заданию**

*III курс 22 октября 2018 года*

**ВАРИАНТ А**

**1А**. *(2 балла)* Частица массы *m* находится в основном состоянии в одномерной прямоугольной потенциальной яме с бесконечно высокими стенками. При этом максимальное значение плотности вероятности местонахождения частицы в яме равно *Pm*. Найти ширину *l* ямы и энергию *E* частицы в данном состоянии.

**2А.** *(3 балла)* Найти момент инерции и расстояние между ядрами молекулы *H127J*, если наименьшая циклическая частота перехода во вращательном спектре этих молекул равна *2,45·1012 рад/с*.

**3А**. *(5 баллов)* Как изменится частота малых колебаний поршня в вертикальном цилиндре с водородом после его изобарического охлаждения, в результате которого объем газа уменьшился в 7 раз? Начальная температура газа *T = 280 К*. Частота колебаний атомов в молекуле водорода *νкв = 1,28⋅1014 Гц*, среднее расстояние между ними *a = 0,75⋅10-8 см*. Теплообменом с окружающей средой и трением в процессе колебаний пренебречь. Газ считать идеальным.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ФИО\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | 1 | 2 | 3 | ∑ | Оценка |
| Группа\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ |  |  |  |  |  |

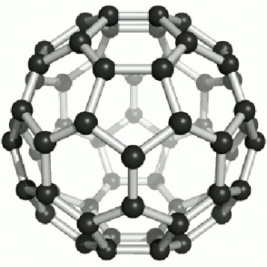
**Контрольная работа по первому заданию**

*III курс 22 октября 2018 года*

**ВАРИАНТ Б**

**1Б**. *(2 балла)* Частица массы *m* находится в основном состоянии в одномерной прямоугольной потенциальной яме с бесконечно высокими стенками. При этом пространственная производная волновой функции у края ямы равна *|∂ψ/∂x| = a*. Найти энергию *E* частицы в данном состоянии.

**2Б**. *(3 балла)* Определить возможные значения полного углового момента электрона и его проекции на выделенную ось в атоме водорода, находящемся в возбужденном состоянии с главным квантовым числом *𝑛 = 3*.

**3Б**. *(5 баллов)* Оценить минимальную локализацию по высоте «мячиков» фуллерена С60, находящихся в поле тяжести над плоской поверхностью в вакууме. Притяжением молекул С60 к поверхности и взаимодействием их друг с другом пренебречь. Поверхность считать твердой и непроницаемой, температуру – нулевой.

**Решения:**

1А Из известного решения уравнения Шредингера  получаем *l = 2/Pm* и энергию основного состояния .

2А кг м2 , м.

3А Для адиабатического процесса колебаний ,

откуда для небольших относительных изменений .

Уравнение малых колебаний поршня вблизи положения равновесия

 , и для частоты колебаний получим .

Отсюда искомое отношение частот .

Для расчета показателя адиабаты  необходимо оценить величины колебательного и вращательного квантов энергии. Для колебательного кванта  *К >> T = 280 К* и соответствующие степени свободы не возбуждаются. Для вращательного кванта = *= 160 К < T = 280 К* и эти степени свободы при комнатных и близких к ним температурах необходимо учитывать. Таким образом, для показателя адиабаты при *280 К* получаем: .

Используя уравнение состояния для идеального газа, нетрудно найти температуру, которую он приобрел в результате изобарического охлаждения:

*T’= TV’/V = 40 К < 160 К*

Здесь уже необходимо учитывать замораживание вращательных степеней свободы. В этом случае показатель адиабаты становится равным



и для отношения частот окончательно получаем =2,9

**Указание: ставить 2 балла из 5 за ответ 2,65**

1Б Из известного решения уравнения Шредингера  получаем , откуда  и .

2Б Возможные состояния электрона: 3*s*, 3*p* или 3*d.* Полный момент может принимать значения через единицу в интервале , где – спиновое число.

В состоянии 3s () имеем , .

В состоянии ( имеем или , .

В состоянии () имеем или ; проекции .

3Б , поэтому  и , откуда = 9,2⋅10-6 см ~ 0,1 мкм.

Другое решение , поэтому  и , откуда 