Билет 15

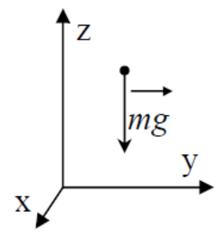
1. Консервативные силы. Работа в потенциальном поле. Связь между силой и потенциальной энергией. Выражение для нахождения силы в случае известной зависимости потенциальной энергии от координат. Все аналитические выражения необходимо вывести. **Лекция 4**

Консервативные силы – силы, зависящие только от взаимного расположения точек. (силы действуют в потенциальных полях)

1) Сила всемирного тяготения. Она зависит только от расстояния между телами. $F = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$

Сила гравитации – консервативная, то должно выполняться равенство $\int_{\text{путь}}(\bar{F}, d\bar{r}) = W_{\text{ПОТ}}^{\text{НАЧ}} - W_{\text{ПОТ}}^{\text{КОН}}$.

Интеграл не должен зависеть от траектории, поэтому будем интегрировать вдоль радиус-вектор $d\bar{r} = d\bar{R}$, векторы $\bar{F}_{\text{ГРАВ}}$ и $d\bar{R}$ направлены противоположно: $(\bar{F}_{\text{ГРАВ}}, d\bar{r}) = -F_{\text{ГРАВ}}dR$. $\int_{\text{путь}}(\bar{F}_{\text{ГРАВ}}, d\bar{r}) =$ $\int_{R_{\text{нач}}}^{R_{\text{кон}}}(-F_{\text{ГРАВ}}dR) = G\frac{m_1 m_2}{R_{\text{кон}}} - G\frac{m_1 m_2}{R_{\text{нач}}} = W_{\text{ПОТ}}^{\text{НАЧ}} - W_{\text{ПОТ}}^{\text{КОН}}$. Значит $W_{\text{п}} = -G\frac{m_1 m_2}{r} + C$ (обычно C=0)



2) Сила тяжести. Она является частным случаем силы всемирного тяготения. F=mg; $W_п$=mgh. h определяется выбором начала отсчета энергии. В системе отсчёта, связанной с землёй, введем систему координат так, чтобы ось z была направлена вверх, тогда потенциальная энергия тела равна $W_{\text{п}} = mgz + C$, где C – начало отсчета координаты z. z=const, значит вектор силы направлен перпендикулярно, направлен вниз. Вектор силы $\bar{F} = (0, 0, -mg)$

3) Сила кулоновского взаимодействия. $F = k\frac{|q_1||q_2|}{\varepsilon r^2}$; $W_{\text{п}} = k\frac{q_1 q_2}{r} + C$. В случае если заряды разного знака, то потенциальная энергия отрицательна.

4) Сила упругости. F=kx; $W_{\text{п}} = k\frac{x^2}{2} + C$. Потенциальная энергия для обобщенного закона Гука. Из соотношений $x = \varepsilon l, E = \frac{kl}{S}, V = Sl$, получаем $W_{\text{пот.упр}} = k\frac{(\varepsilon l)^2}{2} = \frac{E\varepsilon^2}{2}V$

Потенциальная энергия для консервативной силы - это физическая величина, зависящая только от положения точки (тела) относительно других тел, уменьшение которой равно работе соответствующей силы, действующей на точку (тело). $W_{\text{п}}^{\text{нач}} - W_{\text{п}}^{\text{кон}} = A$. **Работа** консервативной силы не зависит от пути, вдоль которого двигалось тело, а только от него начального и конечного положений. Следовательно, **работа консервативной силы по замкнутому пути равна нулю.**

Потенциальное поле – поле, в котором работа, совершаемая силами при перемещении тела из одного положения в другое, не зависит от траектории, а зависит от начального и конечного положения.

Работа консервативных сил при элементарном изменении конфигурации системы равна приращению потенциальной энергии, взятому со знаком – (работа совершается за счёт убыли потенциальной энергии).

$\bar{F}d\bar{r} = -dW;\ W = -\int \bar{F}d\bar{r} + C = -F = grad\ W$, где $\overline{grad}\ W = \left\{\frac{\partial W}{\partial x}; \frac{\partial W}{\partial y}; \frac{\partial W}{\partial z}\right\}$ – градиент скаляра W

2. энтропия в статистической физике. Статический вес. Статическое обоснование второго начала термодинамики. Формула Больцмана для статической энтропии. Аддитивность энтропии. **Лекция 13,15**

Элементарное количество приведенной теплоты для обратимого процесса является полным дифференциалом некоторой функции равновесного состояния системы $dS = \frac{\delta Q}{T}$ изменение которой равно суммарному количеству приведённой теплоты в равновесном процессе $S_1 - S_2 = \int_1^2 \frac{\delta Q}{T}$. Это величина называется **термодинамической энтропией S** и измеряется в Дж/К. все процессы в замкнутой системе ведут к увеличению ее энтропии.

Второе начало термодинамики определяет направление протекания термодинамических процессов, указывая, какие процессы возможны, какие нет. $S_1 - S_2 = k\ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)^N = k\ln\left(\frac{p(V_2)}{p(V_1)}\right)$ – N-число молекул.

Статистическим весом G макроскопического состояния называется величина, численно равная количеству равновесных микросостояний, с помощью которых может быть реализовано рассматриваемое макросостояние. Статистический вес пропорционален вероятности G ~ p. Если система состоит из N частиц, каждая из которых может находится в одном из K дискретных состояниях, то статистический вес системы равен $G = \frac{N!}{N_1!N_2!\dots N_2!}$, а вероятность $p = \frac{N!}{N_1!N_2!\dots N_2!}K^{-N}$, N_i-число частиц в состоянии с номером i,

$\sum_{i=1}^{K} N_i = N$. Данное рассуждение может служить обоснованием **для формулы Больцмана**, связывающей энтропию со статистическим весом $S = k\ lnG$. Для статистической энтропии также выполняется **закон аддитивности** - если систему разбить на две невзаимодействующие между собой части, то $G = G_1 * G_2$ и $S = k\ lnG_1 + k\ lnG_2 = S_1 + S_2$.

3. Цилиндр и шар, имеющие одинаковые массы и радиусы, катятся по горизонтальной плоскости без скольжения с одинаковой скоростью. Найти отношение кинетических энергий этих тел.

№3. $m_1 = m_2$; $R_1 = R_2$; $V_1 = V_2$

$\dfrac{E_{кш}}{E_{кц}}$ - ?

Кинетическая энергия поступательного движения и вращательного (I - момент инерции)

$$E = \frac{mV^2}{2} + \frac{I\omega^2}{2}$$

$$I_ц = \frac{mR^2}{2}\ ;\ I_ш = \frac{2}{5}mR^2\ ;\ \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{V}{R}$$

$$E_{кц} = \frac{mV^2}{2} + \frac{mR^2}{2} \cdot \frac{V^2}{2R^2} = \frac{3}{4}mV^2$$

$$E_{кш} = \frac{mV^2}{2} + \frac{2}{5}mR^2 \cdot \frac{V^2}{2R^2} = \frac{7}{10}mV^2$$

$$\frac{E_{кш}}{E_{кц}} = \frac{0{,}7\,mV^2}{0{,}75\,mV^2} = 0{,}93$$