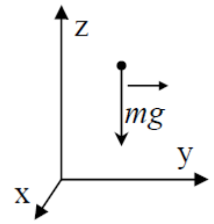
Билет 16

1. потенциальная энергия в поле силы тяжести (в общем случае и для однородного поля, с выводом)
Лекция 4

1) Сила всемирного тяготения. Она зависит только от расстояния между телами. $F = G\frac{m_1m_2}{r^2}$. Пусть $\bar{R}$ – радиус-вектор в системе отсчета, связанной с точкой m_1. Тогда вектор гравитационной силы, действующей на материальную точку m_2, направлен противоположно $\bar{R}$ $\bar{F}_{\text{ГРАВ}} = -G\frac{m_1m_2}{R^2}\bar{e}_{\bar{R}}$, где $\bar{e}_{\bar{R}} = \left(\frac{\bar{R}}{R}\right)$ - единичный вектор направления для вектора $\bar{R}$. 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: $(\bar{F}_{\text{ГРАВ}}, d\bar{r}) = -F_{\text{ГРАВ}}dR$. $\int_{\text{путь}}(\bar{F}_{\text{ГРАВ}}, d\bar{r}) = \int_{R\text{нач}}^{R\text{кон}}(-F_{\text{ГРАВ}}dR) = \int_{R\text{нач}}^{R\text{кон}}\left(-G\frac{m_1m_2}{R^2}dR\right) = G\frac{m_1m_2}{R_{\text{кон}}} - G\frac{m_1m_2}{R_{\text{нач}}} = W_{\text{ПОТ}}^{\text{НАЧ}} - W_{\text{ПОТ}}^{\text{КОН}}$. Значит $W_{\text{п}} = -G\frac{m_1m_2}{r} + C$ (обычно C=0)



2) Сила тяжести. F=mg; $W_{\text{п}}$=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, вниз. $F_x = -\frac{\partial W}{\partial x} = 0$; $F_y = -\frac{\partial W}{\partial y} = 0$; $F_z = -\frac{\partial W}{\partial z} = -mg$; Вектор силы $\bar{F} = (0,0,-mg)$

2. диффузия в идеальных газах. Вывод уравнения диффузии и формулы для коэффициента диффузии **лекция 16**

Диффузия – это процесс самопроизвольного выравнивания концентраций веществ в смесях. Например, в смеси двух газов условие отсутствия перемешивания состоит в том, что суммарное давление постоянно. По закону Дальтона $p = p_1 + p_2 = n_1kT + n_2kT = const$, поэтому для концентрации $n = n_1 + n_2 = const$. Относительная концентрация молекул одного из газов $F_1 = \frac{n_1}{n}$, тогда для плотности потока концентрации $j_{n1} = -\frac{1}{3}\langle v_1\rangle n\lambda_1\frac{d}{dx}\left(\frac{n_1}{n}\right) = -\frac{1}{3}\langle v_1\rangle\lambda_1\frac{dn_1}{dx}$ или $j_{n1} = -D_1\frac{dn_1}{dx}$, $J_{n1} = -D_1S\frac{dn_1}{dx}$, где $D_1 = \frac{1}{3}\langle v_1\rangle\lambda_1$ – коэффициент диффузии. Если m1 – масса молекулы, то плотность газа $\rho_1 = m_1n_1$, поэтому для потока плотности получается уравнение $J_{\rho 1} = -D_1S\frac{d\rho_1}{dx}$ – первый закон Фика.

3. тело массой m=20 г совершает в вязкой среде затухающие колебания с малым коэффициентом затухания. В течение 2-х минут тело потеряло 40% своей энергии. Определить коэффициент затухания и коэффициент сопротивления среды.

16 №3. $m = 20\cdot10^{-3}$ кг
$\Delta t = 120$ с
$E_1 = 0{,}6E_0$

r-? β-?

$E_{\text{полн}} = \frac{mA^2\omega^2}{2}$ - Полная энергия м.т, совершающей гармонические колебания.

$t=0$: $E_0 = \frac{mA_0^2\omega^2}{2}$; $t=120$с: $E_1 = \frac{mA_1^2\omega^2}{2}$

$\frac{mA_1^2\omega^2}{2} = 0{,}6\frac{mA_0^2\omega^2}{2} \Rightarrow A_1^2 = 0{,}6A_0^2$

Зависимость амплитуды затухающих колебаний от времени:
$A_1 = A_0\cdot e^{-\beta t}$, где $\beta = \frac{r}{2m}$ - коэф. затухание

$(A_0e^{-\beta t})^2 = 0{,}6A_0^2 \Rightarrow e^{-\beta t\cdot 2} = 0{,}6 \Rightarrow e^{-\beta t} = \sqrt{0{,}6}$

$\beta = -\frac{\ln\sqrt{0{,}6}}{t} = \frac{0{,}26}{120\text{с}} = 2{,}1\cdot10^{-3}\ (\text{с}^{-1})$

$r = 2m\beta = 2\cdot20\cdot10^{-3}(\text{кг})\cdot2{,}1\cdot10^{-3}(\text{с}^{-1}) = 8{,}5\cdot10^{-5}\left(\frac{\text{кг}}{\text{с}}\right)$