$$\eta = \frac{1}{3} \langle \upsilon \rangle \lambda \rho = \frac{1}{3}\sqrt{\frac{8RT}{\pi M}}\, \lambda \frac{m}{V}$$

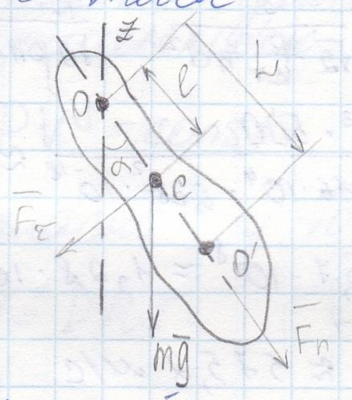
$\frac{V}{T} = const$ $T\uparrow$ в 2 раза $\Rightarrow \langle V \rangle \uparrow$ в $\sqrt{2}$ раз

$\lambda\uparrow$ в 2 раза, $\rho\downarrow$ в 2 раза $\Rightarrow$ $\eta\uparrow$ в $\sqrt{2}$ раз

Билет 14

1. Физический маятник. Период малых колебаний физического маятника

Физическим маятником называется твёрдое тело, совершающее под действием силы тяжести колебания вокруг горизонтальной оси подвеса, не проходящей через центр масс тела



O' - центр качания

Если физ маятник отклонём из положения равновесия на некоторый угол α, то момент возвращающей силы

$$M = I\mathcal{E} = I\ddot{\alpha}$$

где I - момент инерции маятника относительно оси z
$\mathcal{E}$ - угловое ускорение

С др. стороны при малых углах

$$M = F_\tau l = -mgl\sin\alpha \approx -mgl\alpha$$

l - расстояние между точкой подвеса и центром масс C.

$F_\tau = -mg\sin\alpha$ - возвращающая сила (со знаком минус, поскольку она всегда направлена противоположно направлению увеличения α)

Следовательно

$$I\ddot{\alpha} + mgl\alpha = 0 \quad \text{или} \quad \ddot{\alpha} + \frac{mgl}{I}\alpha = 0$$

Т.о., при малых колебаниях физ маятник совершает гармонические колебания

$\alpha=\alpha_0\cos(\omega t+\varphi)$ с циклической частотой и периодом:

$$\omega=\sqrt{\frac{mgl}{I}},\quad T=2\pi\sqrt{\frac{I}{mgl}}=2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}\qquad (I=ml^2)$$

где $L=\frac{I}{ml}$ — приведённая длина физ. маятника —

— это длина такого математического маятника, который имеет такой же период колебаний, что и данный физический маятник.

2 Интервал событий в СТО

Интервал в теории относ. — аналог расстояния между двумя событиями в пространстве-времени, являющийся обобщением евклидового расстояния между двумя точками. Интервал инвариантен, т.е. не меняется при переходе от одной ИСО к другой.

Интервал между событиями вводится в качестве величины, инвариантной по отношению к преобразованию координат в четырёхмерном пространстве Эйнштейна (не зависящей от выбора системы отсчета):

$$S_{12}=\sqrt{c^2(t_2-t_1)^2-(x_2-x_1)^2-(y_2-y_1)^2-(z_2-z_1)^2}=\text{inV}$$

$l_{12}^2=(x_2-x_1)^2-(y_2-y_1)^2-(z_2-z_1)^2$ — расстояние между точками обычного трёхмерного пространства

$t_{12}=t_2-t_1$

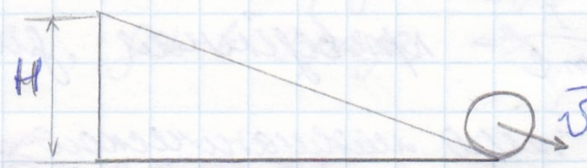
$$S_{12}=\sqrt{c^2t_{21}-l_{12}^2}$$

3. Определить линейную скорость центра сплошного шара, скатившегося без скольжения с наклонной плоскости высотой $H = 1,0$ м

Дано:

$H = 1,0$ м

$\upsilon - ?$



Решение:

По закону сохранения энергии

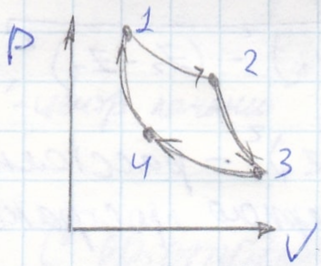
$$mgH = \frac{m\upsilon^2}{2} + \frac{I\omega^2}{2} = \frac{m\upsilon^2}{2} + \frac{\frac{2}{5}mR^2\frac{\upsilon^2}{R^2}}{2}$$

$$gH = \frac{\upsilon^2}{2} + \frac{\upsilon^2}{5} \Rightarrow 2\upsilon^2 + 5\upsilon^2 = 10gH \Rightarrow \upsilon^2 = \frac{10gH}{7}$$

$$\upsilon = \sqrt{\frac{10gH}{7}} = \sqrt{14} = 3,74 \text{ м/с}$$

Ответ: 3,74 м/с

4. Изобразите цикл Карно в P–V координатах, а затем в P–T координатах. Напишите формулы, отвечающие процессам цикла Карно в P–V и P–T координатах.



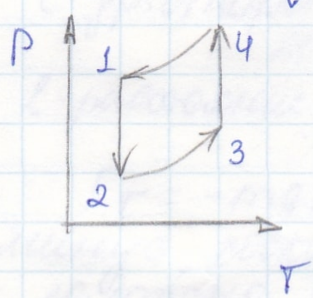
1-2 и 3-4 – изотермы

$T = const \Rightarrow pV = const$

2-3 и 4-1 – адиабаты

$$pV^{\gamma} = const$$

$$p^{1-\gamma} p^{\gamma} V^{\gamma} = const \qquad pV = \nu RT$$



$$p^{1-\gamma} \nu^{\gamma} R^{\gamma} T^{\gamma} = const$$

т.к. ν^{γ} и $R^{\gamma} = const$, то можно записать в след виде:

$$p^{1-\gamma} T^{\gamma} = const$$