

2. (Кинематика) Твёрдое тело вращается, замедляясь, вокруг неподвижной оси с угловым ускорением $\beta \sim \sqrt{\omega}$, где ω – его угловая скорость. Найти среднюю угловую скорость тела за время, в течение которого оно будет вращаться, если в начальный момент его угловая скорость была равна ω_0 .

Ответ: $\langle \omega \rangle = \omega_0/3$.

3. (Основное уравнение динамики) В системе (рис. 1) известны массы клина M и тела m . Трение имеется только между клином и телом m . Соответствующий коэффициент трения равен k . Массы блока и нити пренебрежимо малы. Найти ускорение тела m относительно горизонтальной поверхности, по которой скользит клин.

Ответ: $a = g\sqrt{2}/(2 + k + M/m)$.

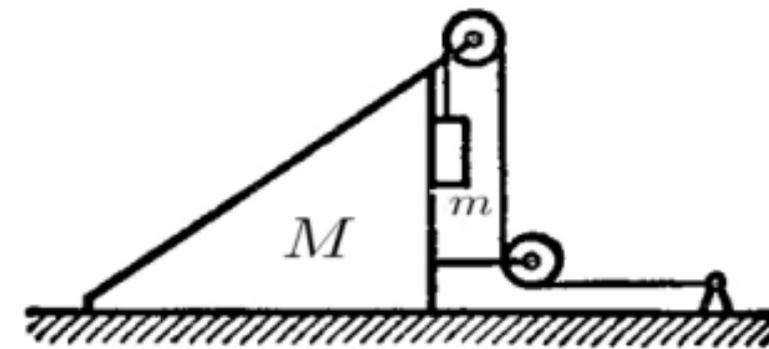


Рис. 1.

5. (Основное уравнение динамики) Винтовку навели на вертикальную черту мишени, находящейся точно в северном направлении, и выстрелили. Пренебрегая сопротивлением воздуха, найти, на сколько сантиметров и в какую сторону пуля, попав в мишень, отклонится от черты. Выстрел произведен в горизонтальном направлении на широте $\phi = 60^\circ$, скорость пули $v = 900$ м/с и расстояние до мишени $s = 1,0$ км.

Ответ: $h \approx (\omega s^2 / v) \sin \phi = 7$ см, где ω – угловая скорость вращения Земли.

7. (Законы сохранения энергии, импульса и момента импульса) Летевшая горизонтально пуля массы m попала, застряв, в тело массы M , которое подвешено на двух одинаковых нитях длины l (рис. 3). В результате нити отклонились на угол ϑ . Считая $m \ll M$, найти: а) скорость пули перед попаданием в тело; б) относительную долю первоначальной кинетической энергии пули, которая перешла в тепло.

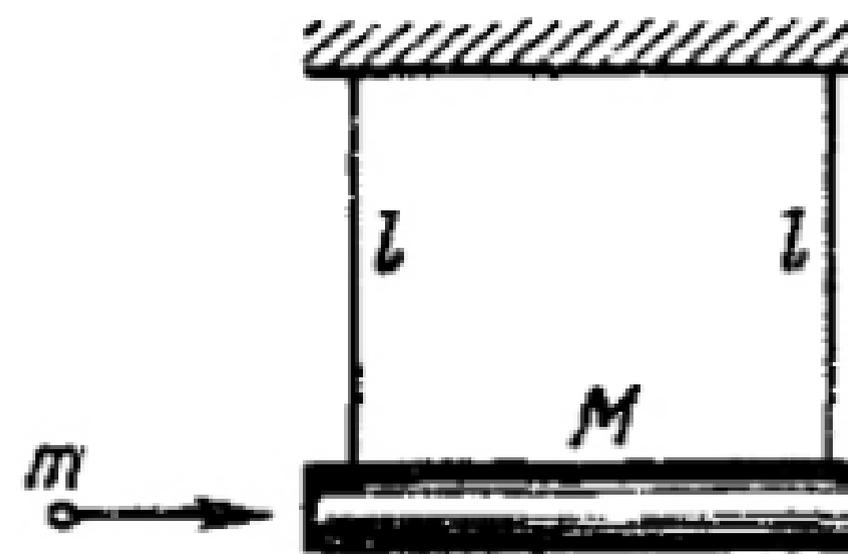


Рис. 3.

Ответ: а) $v = (2M/m)\sqrt{gl} \sin(\vartheta/2)$; б) $\eta \approx 1 - m/M$.

10. (Релятивистская механика) Найти скорость, при которой релятивистский импульс частицы в $\eta = 2$ раза превышает её ньютоновский импульс.

Ответ: Пусть заряд q движется в положительном направлении оси x K -системы отсчёта. Перейдём в K' -систему, в начале координат которой этот заряд покоится (оси x' и x обеих систем совпадают, оси y' и y – параллельны). В K' -системе поле заряда имеет наиболее простой вид: $E' = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r'^3} r'$.

12. (Уравнение состояния газа. Процессы) Один моль азота находится в сосуде объёмом $V = 1,00$ л. Найти: а) температуру азота, при которой ошибка в давлении, определяемом уравнением состоянием идеального газа, составляет $\eta = 10\%$ (по сравнению с давлением согласно уравнению Ван-Дер-Ваальса); б) давление газа при этой температуре.

Ответ: а) $T = a(V - b)(1 + \eta)/RV(\eta V + b) = 133$ К; б) $p = RT/(V - b) - a/V^2 = 9,9$ атм.

13. (Первое начало термодинамики. Теплоёмкость) Один моль идеального газа с показателем адиабаты γ совершает процесс, при котором его давление зависит от температуры по закону $p = aT^\alpha$, где a и α – постоянные. Найти: а) работу, которую произведёт газ, если его температура испытает приращение ΔT ; б) молярную теплоёмкость газа в этом процессе; при каком значении α теплоёмкость будет отрицательной?

Ответ: а) $A = (1 - \alpha)R\Delta T$; б) $C = R/(\gamma - 1) + R(1 - \gamma)$; $C < 0$ при $\alpha > \gamma/(\gamma - 1)$.

15. (Второе начало термодинамики. Энтропия) Идеальный газ с показателем адиабаты γ совершает цикл, состоящий из двух изохор и двух изобар. Найти к.п.д. такого цикла, если абсолютная температура газа возрастает в n раз как при изохорическом нагреве, так и при изобарическом расширении.

Ответ: $\eta = 1 - (n + \gamma)/(1 + \gamma n)$.