

## Движение с переменной массой

ЗАДАЧА 1. (Савченко, 2.2.42) С какой силой давит на землю кобра, когда она, готовясь к прыжку, поднимается вертикально вверх с постоянной скоростью  $v$ ? Масса змеи  $m$ , её длина  $l$ .

$$\left(\frac{l}{\tau^2} + \delta\right) m = \mathcal{F}$$

ЗАДАЧА 2. (МОШ, 2009, 10) Удав решил установить мировой рекорд в прыжках в высоту среди удавов. Удав может из положения «свернувшись лежа» выпрямиться почти вертикально и разогнаться до скорости  $V$ . Длина Удава  $L$ . Каким может быть рекорд? Как должен двигаться Удав, чтобы установить рекорд? Масса Удава распределена равномерно по его длине.

$$\frac{\delta \tau}{\tau^2} + \frac{v}{T \delta} = \text{const}$$

ЗАДАЧА 3. (Савченко, 2.2.41) Однородная цепочка одним концом подвешена на нити так, что другим она касается поверхности стола. Нить пережигают. Определите зависимость силы давления цепочки на стол от длины  $x$  ещё не упавшей её части. Удар звеньев о стол неупругий, масса цепочки  $m$ , её длина  $l$ .

$$\left(\frac{l}{x} - 1\right) \delta m g = \mathcal{F}$$

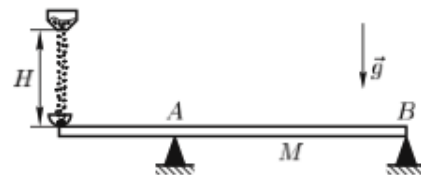
ЗАДАЧА 4. (Всеросс., 2013, РЭ, 10) Экспериментатор Глюк решил исследовать силу реакции опоры, действующую со стороны чаши весов на падающую однородную цепочку. Для этого он подвесил цепочку за верхнее звено так, что нижним звеном она почти касалась чаши электронных весов, и затем отпустил её. В момент начала падения автоматически запустился электронный секундомер. Мгновенные показания весов  $P$  и секундомера  $t$  передавались на обработку в компьютер. Результаты измерений несколько озадачили экспериментатора:

$t$ , с	0,2	0,4	0,6
$P$ , грамм	50	200	100

По этим данным определите массу  $m$  цепочки, её длину  $L$  и время падения  $t_1$ . Силами сопротивления воздуха пренебречь;  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .

$$m = 100 \text{ г}, L = 120 \text{ см}, t_1 = 0,4 \text{ с}$$

ЗАДАЧА 5. (Всеросс., 2010, РЭ, 11) Некто провёл серию экспериментов по исследованию устойчивости системы, изображённой на рисунке.



Из бункера, расположенного на высоте  $H$  над выступающим краем однородной доски, лежащей на двух опорах, сразу после открывания заслонки начинает высыпаться песок с массовым расходом  $\mu$  кг/с. Расстояние между опорами составляет  $2/3$  длины доски. Система устроена так, что, падая в лёгкую чашу, закреплённую на краю доски, песок там и остаётся.

Экспериментатор заметил, что в первом опыте край доски оторвался от опоры  $B$  спустя время  $\tau_1 = 1,00$  с после открывания заслонки. После этого экспериментатор вдвое уменьшил массовый расход песка и обнаружил, что доска снова оторвалась от опоры  $B$  спустя время  $\tau_1$ . В третий раз он уменьшил расход песка вчетверо по сравнению с первоначальным, и доска оторвалась от опоры  $B$  уже спустя время  $\tau_2 = 1,75$  с.

Зная, что масса доски  $M = 700$  г, определите высоту  $H$ , с которой падал песок, и массовый расход  $\mu$  песка в первом эксперименте.

$$\frac{2}{3}L \cdot g = \mu \cdot \tau \cdot g = H$$

ЗАДАЧА 6. Космическая ракета движется вдали от всех тел со скоростью  $\vec{v}$  относительно звёзд. Массовый расход топлива равен  $\mu$  (это масса топлива, сгорающего в единицу времени), а газовая струя вытекает со скоростью  $\vec{u}$  относительно ракеты. Выведите *уравнение Мещерского*:

$$m \frac{d\vec{v}}{dt} = -\mu \vec{u},$$

где  $m$  — масса ракеты.

ЗАДАЧА 7. (Савченко, 2.2.36) Ракета массы  $m$  зависла над поверхностью Земли. Сколько топлива в единицу времени она должна расходовать при этом, если скорость истечения газа  $u$ ? Как изменится результат, если ракета поднимается с ускорением  $a$ ?

$$\frac{n}{(v+\delta)u} = \mu \cdot \frac{n}{\delta u} = \mu \tau$$

ЗАДАЧА 8. (Савченко, 2.2.38) Водомётный катер движется в спокойной воде. Сила сопротивления воды движению катера  $f = kv^2$ . Скорость выбрасываемой воды относительно катера  $u$ . Определите установившуюся скорость катера, если сечение потока захваченной двигателем воды  $S$ , плотность воды  $\rho$ .

$$\frac{u+S^d}{nS^d} = a$$