



РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПОВЫШЕННОЙ СЛОЖНОСТИ

Часть 2

Рабчук Людмила Васильевна

доцент кафедры физики УГАТУ

доцент кафедры физики, математики и информатики ИРО РБ

Задача 1

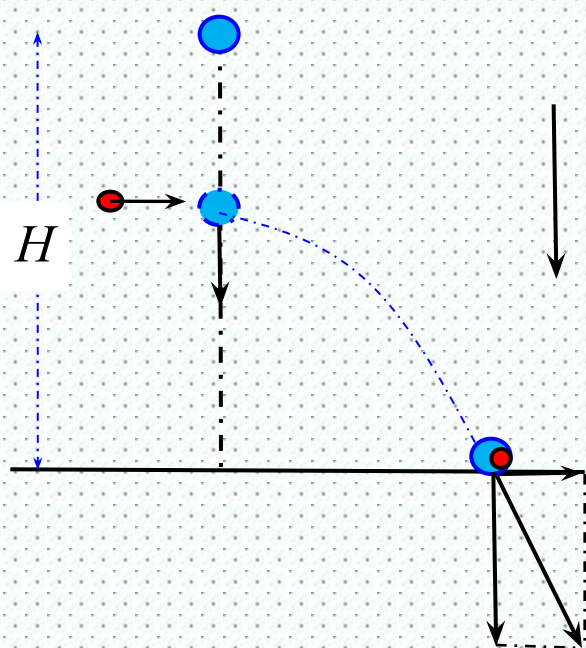
С высоты H падает шар. Когда он пролетал мимо окна, в него в горизонтальном направлении выстрелили из ружья. Пуля застряла в центре шара. С какой скоростью шар упадет на землю? Пуля легче шара в 10 раз, ее скорость равна $\frac{1}{10} \sqrt{2gH}$.

(Всероссийская аэрокосмическая олимпиада)

Дано:

H

— ?



Ответ:

Задача 2

Ракета массой 1 тонна с поперечным сечением 5 м^2 летела с выключенным двигателем и попала в облако пыли. Масса каждой пылинки 1 мг. Их концентрация 100 м^{-3} , соударения с ракетой абсолютно неупругие. Какова длина облака, если после пролета через него ракета потеряла 1 % скорости?

(Трофимова Е.В., Шишкина А.Ф. Задачи повышенной сложности по общей физике, Уфа, 2015)

Дано:

$$M = 1000 \text{ кг}$$

$$S = 5 \text{ м}^2$$

$$m_1 = 10^{-6} \text{ кг}$$

$$n = 100 \text{ м}^{-3}$$

$l = ?$

Δm – масса налипших на ракету пылинок

Ответ: $l = 20 \text{ км}$

Задача 3

Сталкиваются два тела одинаковой массы, одно из которых неподвижно. При ударе часть движущегося тела прилипает к неподвижному, а оставшая часть отскакивает назад со скоростью, равной по величине скорости до столкновения. При каких отношениях массы прилипшей части тела к его полной массе это возможно? Известно, что при ударе внутренняя энергия тел не увеличивается.

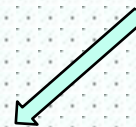
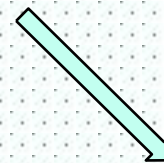
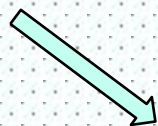
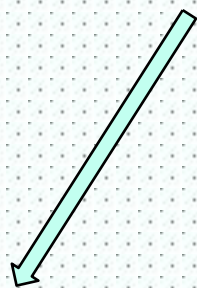
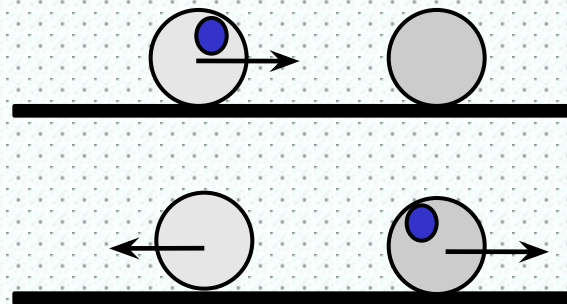
(Трофимова Е.В., Шишкина А.Ф. Задачи повышенной сложности по общей физике, Уфа, 2015)

Дано:

$$m_1 = m_2 = m$$

– масса прилипшего куска

$$m\vec{v} = (m + \Delta m)\vec{u} + (m - \Delta m)\vec{v}'$$



Ответ:

Задача 4

Два коlobка одинакового размера, но разных масс, не замечая вокруг себя ничего, соскальзывают навстречу друг другу с горок одинаковой высоты и у их основания сталкиваются лоб в лоб. Определите отношение масс коlobков, если в результате столкновения один из коlobков остановился. Соударение коlobков считать абсолютно упругим. Трения нет.

(Всероссийская аэрокосмическая олимпиада, 9 кл, 2015 г.)

Дано:

- скорости колобков в момент соударения

**В результате удара остановится более тяжелый колобок,
более легкий отскочит !!!**

- ?

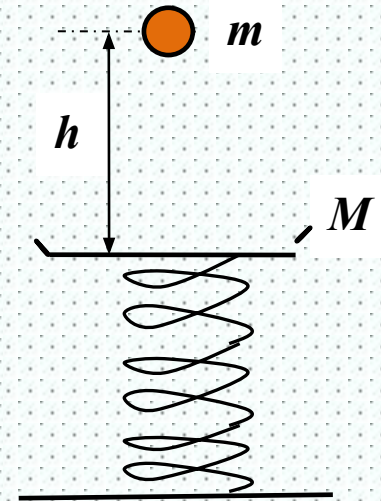
- массы колобков

- скорости колобков в момент соударения и скорость
более легкого колобка после удара

Ответ:

Задача 5

На чашу пружинных весов, совершающую гармонические колебания в вертикальном направлении, с высоты h без начальной скорости упала бусинка и после абсолютно упругого удара о чашу снова поднялась на ту же высоту h (рисунок). Затем через каждую половину периода колебаний чаши, имевших место до первого удара, ситуация стала повторяться. Удары бусинки о чашу происходят в тот момент, когда чаша достигает положения равновесия. Масса бусинки в $m = 5$ г, масса чаши $M = 100$ г. Период свободных колебаний чаши $T = 0,6$ с. Определите скорость чаши в момент удара бусинки.



(Всероссийская аэрокосмическая олимпиада, 2014 г.)

Дано:

$$m = 0,005 \text{ кг}$$

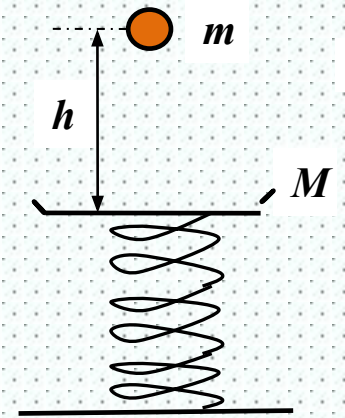
$$M = 0,1 \text{ кг}$$

$$T = 0,6 \text{ с}$$

– ?

- время, за которое бусинка
вернется на высоту h

- время, за которое чаша вернется в
положение равновесия



- скорость бусинки в
момент соударения

Ответ:

7,4 см

Задача 6

Небольшое тело массой $m = 100$ г совершает малые вертикальные гармонические колебания на пружине жесткостью $k = 100$ Н/м с амплитудой $A = 1$ см. В тот момент, когда тело при движении вниз проходит положение равновесия, на него воздействуют внешней силой $F = 0,1$ Н в течение времени $\Delta t = 10^{-3}$ с, направленной вертикально вниз. Определите амплитуду колебаний после $N = 2013$ таких воздействий. Колебания остаются гармоническими.

(Всероссийская аэрокосмическая олимпиада, 2013 г.)

Дано:

$$m = 0,1 \text{ кг}$$

$$k = 100 \text{ Н/м}$$

$$A = 0,01 \text{ м}$$

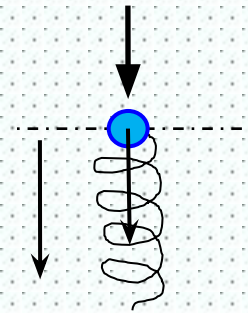
$$F = 0,1 \text{ Н}$$

$$\Delta t = 10^{-3} \text{ с}$$

$$N - ?$$

- скорость тела в
момент прохождения
равновесия

- циклическая
частота колебаний



- амплитуда колебаний после первого воздействия

После N воздействий :

Ответ:

СМ

Задача 7

В длинном прямом горизонтальном желобе на расстояниях $l = 1$ см друг от друга лежат $n = 2011$ маленьких шариков. Шарики расположены в порядке убывания их масс. Массы соседних шариков отличаются друг от друга на $\alpha = 1\%$. Самому тяжелому шарiku сообщили скорость $v = 1$ см/с в направлении остальных шариков. Считая все удары упругими и центральными, найдите время, через которое начнет двигаться самый легкий шарик. Трения нет. Временем соударения шариков друг с другом пренебречь.

(Всероссийская аэрокосмическая олимпиада, 2011 г.)

Дано:

$$l = 0,01 \text{ см}$$

$$n = 2011$$

$$\alpha = 0,01$$

$$= 0,01 \text{ м/с}$$

– ?

Шарики расположены в порядке убывания масс



после соударения любой из налетающих шариков будет двигаться в первоначальном направлении

- масса первого шарика
- масса второго шарика
- масса третьего шарика

Первое соударение

u – скорость первого шарика после соударения

– скорость второго шарика после соударения



Скорости третьего, четвертого и т.д. шариков после соударений

Время между соударениями i -го и $(i+1)$ шариков



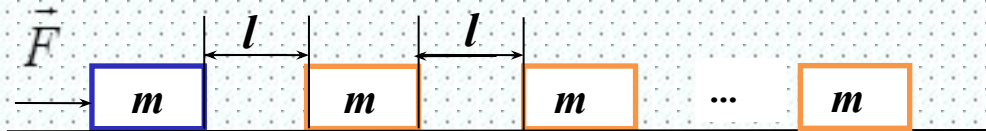
Время, через которое начнет двигаться 2011-й шарик :

Ответ: = 200 с

Задача 8

На гладкой горизонтальной поверхности вдоль одной прямой на равных расстояниях $l = 1$ см друг от друга расположены 2011 брусков массой $m = 10$ г каждый (см. рисунок). К первому бруску приложили постоянную горизонтальную силу $F = 1$ Н в направлении остальных брусков. Определите скорости брусков после последнего соударения. Соударения брусков абсолютно неупругие.

(Всероссийская аэрокосмическая олимпиада, 2011 г.)



Дано:

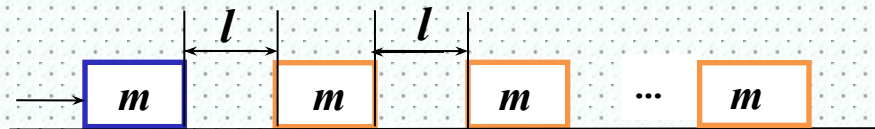
$$l = 0,01 \text{ м}$$

$$N = 2011$$

$$m = 0,01 \text{ кг}$$

$$F = 1 \text{ Н}$$

– ?



- работа силы F на пути l между соударениями

- изменение механической энергии 1-го бруска от начала движения до соударения со 2-м бруском

- от первого соударения до соударения с 3-м бруском

- скорость 1+2 бруска перед соударением с 3-м

- второе соударение

- в промежутке между 2-м и 3-м соударениями

- скорость 1+2+3 бруска
перед соударением с 4-м

- третье соударение

- после третьего соударения

После 2010-го соударения
скорость брусков

Ответ:

1 м/с

Задача 9

Маленький шарик подвешен на невесомой нерастяжимой нити, прикрепленной к вертикальной стене. Нить с шариком отклоняют в плоскости, перпендикулярной стене, на угол $\alpha = 60^\circ$ от вертикали (см рисунок) и отпускают без начальной скорости. Шарик совершает колебательные движения, периодически ударяясь о стену. При каждом ударе шарик теряет $\eta = 15\%$ скорости, и угол отклонения нити постепенно уменьшается. Каким будет максимальный угол отклонения нити после четвертого удара шарика о стенку?

(Всероссийская аэрокосмическая олимпиада, 10-кл, 2015 г.)

Дано:

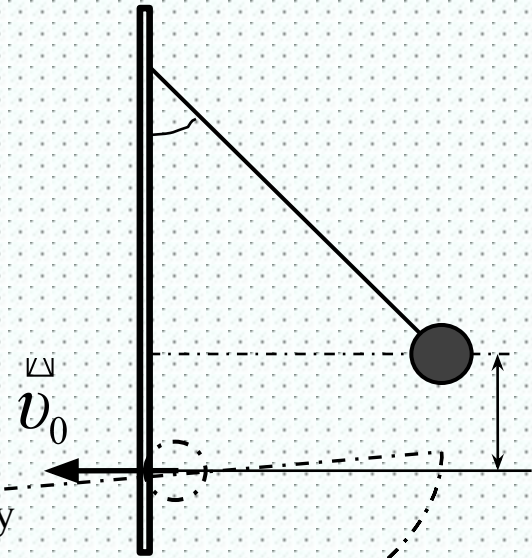
$$\alpha = 60^\circ$$

$$\eta = 15\%$$

$$\alpha_4 = ?$$

- скорость шарика перед первым ударом о стену

- скорости шарика после первого, второго, третьего, четвертого удара



Ответ:

Задача 10

Маленький шарик подвешен на невесомой нерастяжимой нити вблизи вертикальной стены. Нить с шариком отклоняют в плоскости, параллельной стене, на угол $\alpha = 60^\circ$ от вертикали и отпускают без начальной скорости. На каком расстоянии от точки подвеса прямо под ней следует забить в стену гвоздь, чтобы шарик, зацепившись нитью за гвоздь, поднялся до высшей точки своей траектории на натянутой нити (сделал один оборот вокруг гвоздя)? Длина нити $l = 50$ см.

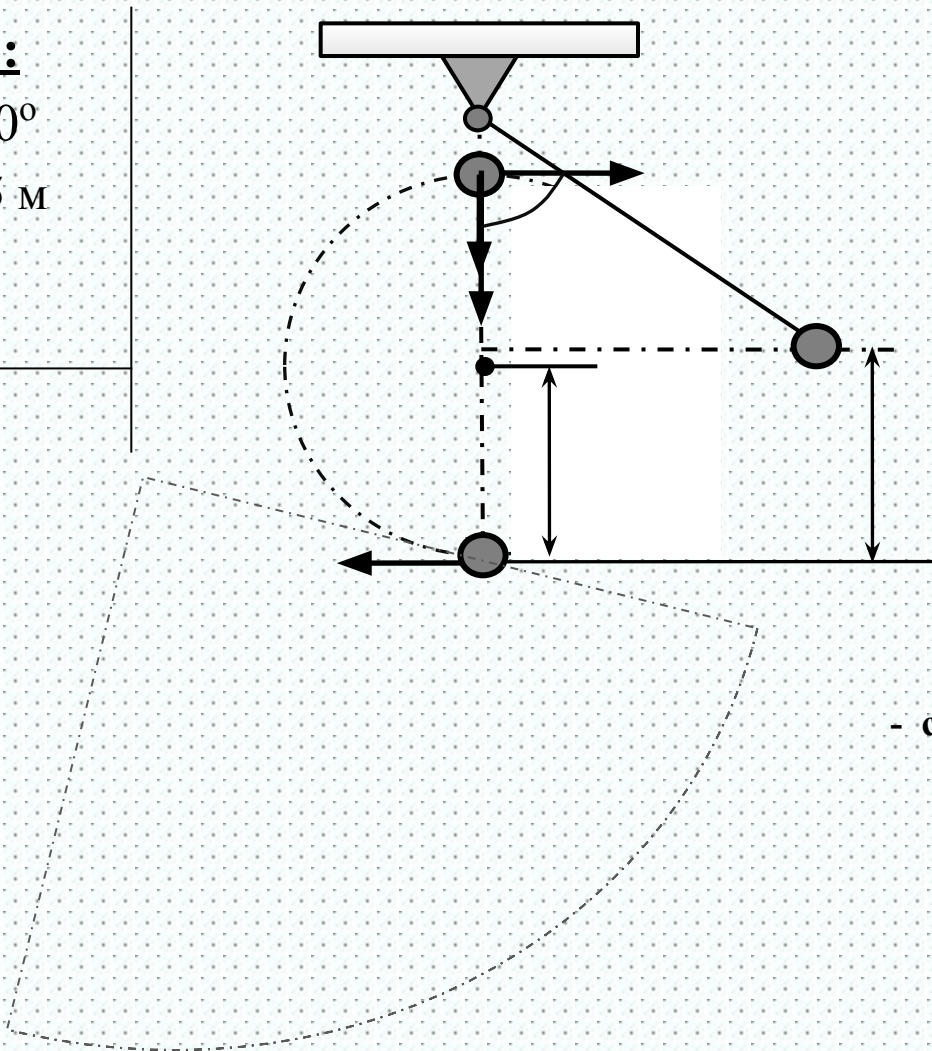
(Всероссийская аэрокосмическая олимпиада, 2015 г.)

Дано:

$$\alpha = 30^\circ$$

$$l = 0,5 \text{ м}$$

$x = ?$



- радиус окружности, по которой
двигается шарик после соударения

- скорость в верхней точке траектории

$$T = m \frac{2gl(1 - \cos \alpha) - 4g(l - x)}{l - x} - mg > 0$$

: mg

Ответ: $x = 40 \text{ см}$

Задачи для самостоятельного решения

Задача 1. Груз математического маятника отвели на натянутой нити до горизонтального положения и отпустили без начальной скорости. В момент прохождения равновесия скорость груза равнялась некоторому значению v_0 . Сможет ли этот груз совершить полный оборот в вертикальной плоскости, если ему в положении равновесия сообщить горизонтальную скорость v_1 ? Ответ обосновать.

Ответ: Не сможет

Задача 2. Тело массы $m = 1$ кг скользит без трения по гладкому горизонтальному столу и въезжает на подвижную горку массы $M = 5$ кг. Высота горки $H = 1,2$ м. Трение между столом и горкой отсутствует. Найти конечные скорости тела и горки. Начальная скорость тела \quad м/с.

(Трофимова Е.В., Шишкина А.Ф. Задачи повышенной сложности по общей физике, Уфа, 2015)

Ответ: 3,33 м/и 1,67 м/с

Задача 3. Три поросенка Ниф-ниф, Наф-наф и Нуф-нуф лепят снеговика в виде трех шаров, радиусы которых относятся как 3:2:1. Затем эти шары устанавливаются друг на друга так, чтобы их центры находились на одной вертикали. При этом Ниф-ниф делает самый большой шар, Наф-наф делает и устанавливает на место средний шар, а Нуф-нуф делает и устанавливает маленький шар. Какую часть от всей работы, затраченной на изготовление снеговика, выполнил каждый поросенок? Снег считать однородным.

(Всероссийская аэрокосмическая олимпиада, 2011 г.)

Ответ:

Благодарю за внимание !

rabtchuk_ludmila@mail.ru