

Критерии определения победителей и призеров

9 класс

за I место – от 16 до 21 баллов (шесть и семь задач);

за II место – от 10 до 15 баллов (четыре и пять задач);

за III место – от 7 до 9 баллов (три задачи).

Решения задач 9 класс

Задача 1.

Артиллерийское орудие сообщает снаряду на Земле начальную скорость 900 м/с. Перенесите его мысленно на Луну, где все тела становятся в шесть раз легче. С какой скоростью снаряд покинет там это орудие? Во сколько раз максимальная высота подъема снаряда на Луне больше чем на Земле. (Различие, обусловленное отсутствием на Луне атмосферы, оставим без внимания.)

Ответ: скорость одинакова, высота подъема снаряда на Луне в 6 раз больше чем на Земле.

Решение.

Масса снаряда на луне не изменилась. Значит и ускорение, сообщаемое снаряду силой взрыва, должно быть на Луне такое же, как и на Земле $f=ma$, а при одинаковых ускорениях и времени – одинаковы и скорости (согласно формуле $V=at$).

Итак, пушка на Луне выбросила бы снаряд точно с такой же начальной скоростью, как и на Земле. Другое дело, как высоко залетел бы на Луне этот снаряд.

$$aS = \frac{V^2}{2}$$

Так как ускорение силы тяжести на Луне в шесть раз меньше, чем на Земле, т.е. $a = \frac{g}{6}$, то

$$S_1 = 6 \frac{V^2}{2g},$$

где S_1 – высота подъема снаряда на Луне, На Земле же (при отсутствии атмосферы):

$$S_2 = \frac{V^2}{2g}.$$

Значит, на Луне пушка закинула бы ядро в шесть раз выше, чем на Земле, несмотря на то, что начальная скорость снаряда в обоих случаях одинакова.

Задача 2

Вообразите, что маятник стенных часов качается в воде. Чечевица его имеет «обтекаемую» форму, которая сводит почти к нулю сопротивление воды ее движению. Какова окажется продолжительность качания такого маятника: больше, чем вне воды, или меньше?

Ответ: в воде маятник будет колебаться медленнее

Решение.

Опыт показывает, что в таких условиях маятник качается медленнее.

Это явление объясняется выталкивающим действием вод на погруженные в нее тела.

$$\begin{aligned} m\vec{a} &= m\vec{g} + \vec{F}_A \\ a &= g - \frac{F_A}{m} \end{aligned}$$

Из формулы для периода колебаний математического маятника в воде:

$$T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{a}},$$

по сравнению с периодом колебаний математического маятника в воздухе:

$$T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}},$$

видно, что $T_1 > T_2$, следовательно маятник будет колебаться медленнее.

Задача 3

На соревнованиях в Каире (30° северной широты, ускорение силы тяжести $g = 9.793 \text{ м/с}^2$) спортсмен толкнул ядро на расстояние 23 м 12 см. Как далеко должен толкнуть ядро спортсмен в Санкт Петербурге (60° северной широты, ускорение силы тяжести $g = 9.819 \text{ м/с}^2$), чтобы превысить этот результат.

Ответ: $S_2 = \frac{g_1}{g_2} S_1 = 23.04$.

Решение.

При отсутствии сопротивления воздуха тело, брошенное под углом α к горизонту со скоростью V , упадет на расстоянии:

$$S = \frac{V^2 \sin 2\alpha}{g}$$

величина g ускорения силы тяжести в различных пунктах различна, таким образом:

$$S_2 = \frac{g_1}{g_2} S_1 = 23.04,$$

где S_1 – расстояние на которое спортсмен толкнул ядро в Каире, S_2 – в Санкт Петербурге, g_1 – ускорение силы тяжести в Каире, g_2 – в Санкт Петербурге.

Задача 4

С вершины башни брошены с одинаковой скоростью четыре камня: один – отвесно вверх, второй – отвесно вниз, третий – горизонтально вправо, четвертый – горизонтально влево. Каковую форму имеет этот четырехугольник, в вершинах которого будут находиться камни во время полета.

Ответ: брошенные камни расположатся в вершинах квадрата.

Решение.

Перейдем в систему отсчета, связанную с одним из камней, например с тем, который брошен вверх. В этой системе отсчета его скорость равна нулю. Скорость остальных камней рассчитывается по формуле:

$$\vec{U}_i = \vec{V}_i - \vec{V}_1,$$

где \vec{U}_i - скорость i – го камня в новой системе отсчета, \vec{V}_i - в относительно Земли, \vec{V}_1 - скорость 1 – го камня относительно Земли. Скорость камней относительно Земли, рассчитывается по закону равноускоренного движения с ускорением g :

$$\vec{V}_i = \vec{V}_{0i} + \vec{g}t,$$

где \vec{V}_{0i} - начальная скорость i – го камня относительно Земли ($i = 1, 2, 3, 4$). Тогда:

$$\vec{U}_i = \vec{V}_{0i} + \vec{g}t - \vec{V}_{01} - \vec{g}t = \vec{V}_{0i} - \vec{V}_{01}.$$

Таким образом, в данной системе отсчета камни движутся равномерно прямолинейно и нетрудно видеть, что брошенные камни расположатся в вершинах квадрата.

Задача 5

Дубовый шар лежит в сосуде так, что половина его находится в воде и касается дна. С какой силой шар давит на дно сосуда, если его вес в воздухе 8 Н? Плотность дуба 800 кг/м^3 .

Ответ: $N = F \left(1 - \frac{\rho_1}{2\rho_2} \right) = 3 \text{ Н.}$

Решение.

Согласно третьему закону Ньютона, сила P , с которой шар давит на дно сосуда равна по модулю и противоположна по направлению силе с которой дно действует на шар N .

Силы, действующие на шар:

$$F = N + F_A,$$

где F – вес шара в воздухе, $F_A = \rho_1 g \frac{V}{2}$ - сила Архимеда, действующая на шар со стороны воды, здесь $\rho_1 = 1000 \text{ кг/м}^3$ – плотность воды, а V – объем шара. Объем шара найдем:

$$\rho_2 = \frac{m}{V} = \frac{F}{gV},$$

где ρ_2 - плотность дуба

Таким образом:

$$N = F - F_A = F - \frac{\rho_1 g F}{2g\rho_2} = F \left(1 - \frac{\rho_1}{2\rho_2} \right) = 3 \text{ Н.}$$

Задача 6

Газ находится в цилиндре с подвижным поршнем и при температуре 300 К занимает объем 250 см³. Какой объем (в см³) займет газ, если температура понизится до 270 К? Давление постоянно.

Ответ: $V_2 = \frac{V_1 T_2}{T_1} = 225 \text{ см}^3.$

Решение.

Запишем уравнение изобарического сжатия:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2},$$

отсюда: $V_2 = \frac{V_1 T_2}{T_1} = 225 \text{ см}^3$.

Задача 7

Параллельный пучок света распространяется горизонтально. Под каким углом (в градусах) к горизонту следует расположить плоское зеркало, чтобы отраженный пучок распространялся вертикально?

Ответ: под углом 45° к горизонту.

Решение. По закону отражения световых лучей зеркало следует расположить под углом 45° к горизонту.