



Заключительный этап Олимпиады школьников «Шаг в будущее»

Профиль: «Физика»

Класс участия: 9

Вариант задания: 1

Задача 1(10 баллов).

Парусная яхта и большой корабль с ровным, перпендикулярным поверхности океана и зеркальным бортом, идут пересекающимися курсами. У яхты курс 130° , у корабля — 40° . Скорость корабля 15 узлов. Скорость парусной яхты — 7 узлов. Нарисуйте чертеж и определите скорость, с которой изображение яхты движется относительно нее. Примечание: узел — это единица измерения скорости в море. Один узел равен одной морской миле в час. Одна морская миля равна 1,852 км. Курс судна — это угол между текущим направлением движения судна и направлением на север.

Ответ: 14 узлов.

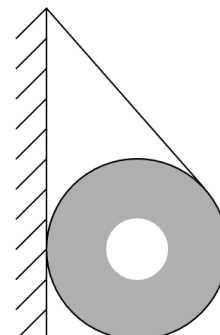
Критерии оценивания

| Критерии оценивания задания 1 | |
|--|-----------|
| Элемент решения | Баллы |
| Верно нарисован чертеж | 3 |
| На чертеже учтено, что яхты движутся пересекающимися курсами | 2 |
| Приведены правильные математические преобразования и получен верный числовой ответ | 5 |
| ИТОГО | 10 |



Задача 2 (10 баллов).

Во время ремонта на стене закрепили с помощью невесомой веревки массивную катушку с проводом. Оказалось, что если ее повесить на отшлифованную стену – то она проскальзывает, а если на неподготовленную – то остается на месте (см. рис.). Какой может быть радиус катушки с проводом в таком случае? Длина веревки 144 см, коэффициент трения 2,967.



Ответ: 0,25м.

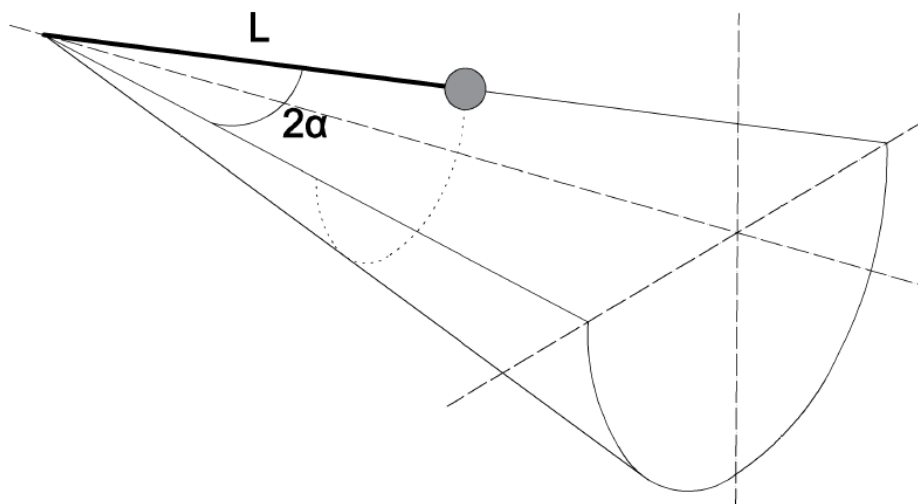
Критерии оценивания

| Критерии оценивания задания 2 | |
|--|-----------|
| Элемент решения | Баллы |
| Верно записано правило моментов относительно центра | 3 |
| Верно записано равенство сил в проекции на оси | 2 |
| Верно определена зависимость коэффициента трения от угла | 2 |
| Приведены правильные математические преобразования и получен верный числовой ответ | 3 |
| ИТОГО | 10 |



Задача 3 (15 баллов).

Шарик массой m прикреплен за нить к вершине правильного конуса, высота которого параллельна, а плоскость основания перпендикулярна поверхности Земли (см. рис.). В начальный момент шарик касается внутренней поверхности конуса, а нить натянута. Его отпускают и он начинает скользить без трения. Найдите длину нити и ее силу натяжения при прохождении им нижнего положения со скоростью V . Угол при вершине конуса равен 2α . Ускорение свободного падения g .



Ответ: $L = \frac{v^2}{2g \sin \alpha}$; $T = gm(2 \cos \alpha + \sin \alpha)$.

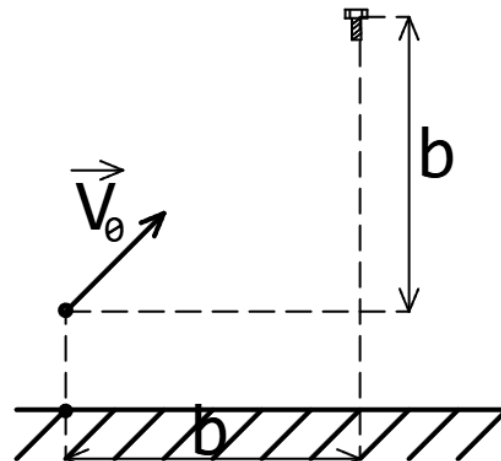
Критерии оценивания

| Критерии оценивания задания 3 | |
|--|-----------|
| Элемент решения | Баллы |
| Верно записан закон сохранения энергии | 3 |
| Верно записан второй закон Ньютона в проекции на ось, связанную с нитью | 6 |
| Приведены правильные математические преобразования и получен верный числовой ответ | 6 |
| ИТОГО | 15 |



Задача 4 (20 баллов).

На соревнованиях по стрельбе из рогатки спортсмен навесом стрелял снарядами по мишени. В момент выстрела на расстоянии b от него и с такой же высоты относительно рогатки, начинает падать плохо закрепленный небольшой болтик. При какой начальной скорости V_0 снаряд столкнется с болтиком имея в этот момент наименьшую скорость? Сопротивлением воздуха пренебречь. Ускорение свободного падения g .



Ответ: $v_0 = \sqrt{\sqrt{2gb}}$.

Критерии оценивания

| Критерии оценивания задания 4 | |
|--|-----------|
| Элемент решения | Баллы |
| Доказано, что угол, с которым необходимо запустить снаряд равен 45° . | 7 |
| Верно определен момент столкновения | 3 |
| Определена скорость болтика в момент столкновения и правильно определено, когда она принимает минимальное значение | 7 |
| Приведены правильные математические преобразования и получен верный числовой ответ | 3 |
| ИТОГО | 20 |



Задача 5 (25 баллов).

Космический корабль массой m и площадью поперечного сечения S , сбросивший все обтекатели и имеющий правильную форму цилиндра, влетает по нормали к поверхности со скоростью V_0 в неподвижное космическое облако межзвездной пыли, форму которого для упрощения можно считать шаром. Плотность пыли зависит от расстояния до центра по формуле $\rho = \rho_0(1+kx)$, где x — расстояние от поверхности до центра облака, k — заданный коэффициент. Найдите, с какой скоростью корабль вылетит из этого облака, если частицы пыли прилипают к кораблю при касании, а радиус облака много больше размера корабля и равен R .

Ответ:
$$v = \frac{mv_0}{2sR\rho_0\left(1+\frac{kR}{2}\right)+m}.$$

Критерии оценивания

| Критерии оценивания задания 5 | |
|--|-----------|
| Элемент решения | Баллы |
| Верно записана формула средней плотности | 9 |
| Верно найдена масса налипшей пыли | 6 |
| Верно записан закон сохранения импульса | 6 |
| Приведены правильные математические преобразования и получен верный числовой ответ | 4 |
| ИТОГО | 25 |



Задача 6 (20 баллов).

Ветряная мельница является устройством с горизонтальной осью, которое можно запускать без какого-либо дополнительного воздействия, только от дуновения ветра. При этом воздушный поток должен быть направлен вдоль оси вращения мельницы. Интересно, что в установившемся режиме мощность такого устройства не зависит ни от ширины лопастей, ни от их количества (от этих параметров зависит пуск ветряка). Найдите мощность ветряной мельницы в установившемся режиме при скорости ветра $36 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$, если её трёхлопастной винт диаметром 25 метров имеет коэффициент использования энергии ветра 0,4 а плотность воздуха равна $1,2 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.

Ответ: $N_{\text{в}} = 117,8$ кВт.

Критерии оценивания

| Критерии оценивания задания 6 | |
|--|-----------|
| Элемент решения | Баллы |
| Сформулирована расчётная схема (в том числе, графически), выделены и правильно формализованы все необходимые физические законы | 5 |
| Составлена система уравнений и математическая модель | 5 |
| Верно учтены технические параметры, характеристики и ограничения | 5 |
| Проведены расчеты, получен верный ответ, разумный с точки зрения физического смысла | 5 |
| ИТОГО | 20 |