



## Заключительный этап Олимпиады школьников «Шаг в будущее»

**Профиль: «Физика»**

**Класс участия: 9**

**Вариант задания: 2**

### Задача 1(10 баллов).

Парусная яхта и большой корабль с ровным, перпендикулярным поверхности океана и зеркальным бортом, идут пересекающимися курсами. У яхты курс  $350^\circ$ , у корабля —  $260^\circ$ . Скорость корабля 10 узлов. Нарисуйте чертеж и определите скорость, с которой движется яхта, если изображение яхты движется относительно нее со скоростью 8 узлов. 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: 4 узла.**

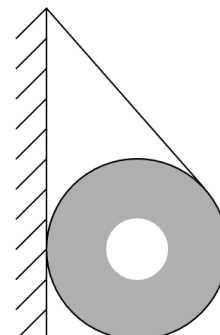
### *Критерии оценивания*

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
<b>ИТОГО</b>	<b>10</b>



### Задача 2 (10 баллов).

На стену повесили массивный диско-шар. Оказалось, что если его повесить на стену с декоративными вставками — то он не проскальзывает (см. рис). При каком минимальном коэффициенте трения такое возможно? Длина нити 12 см, радиус шара 5 см.



Ответ: 1, 4.

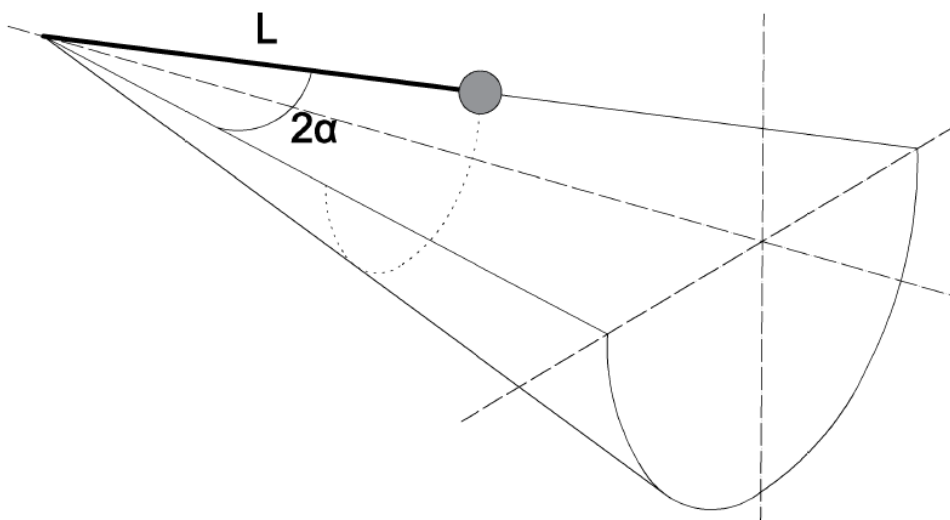
### Критерии оценивания

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
<b>ИТОГО</b>	<b>10</b>



### Задача 3 (15 баллов).

Шарик массой  $m$  прикреплен за нить длиной  $L$  к вершине правильного конуса, высота которого параллельна, а плоскость основания перпендикулярна поверхности Земли. В начальный момент шарик касается внутренней поверхности конуса, а нить натянута. Его отпускают и он начинает скользить без трения. Найдите скорость и силу натяжения нити при прохождении им нижнего положения. Угол при вершине конуса равен  $2\alpha$ . Ускорение свободного падения  $g$ .



Ответ:  $v = \sqrt{2gL \sin \alpha}$ ;  $T = 3mg \sin \alpha$ .

#### 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
<b>ИТОГО</b>	<b>15</b>



Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Московский государственный технический университет  
имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»

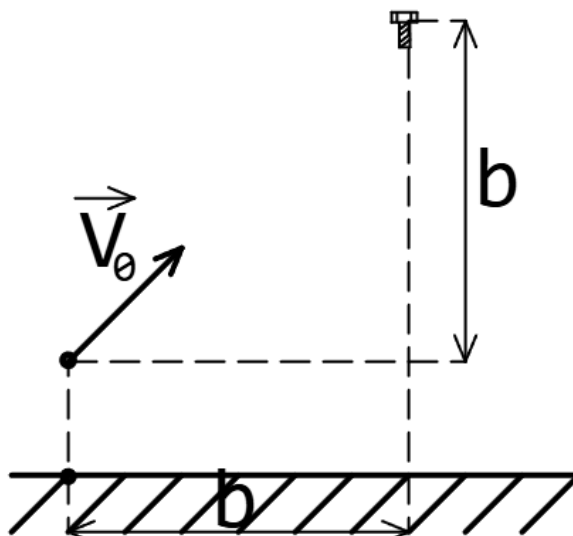
---

**ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ «ШАГ В БУДУЩЕЕ»**



### Задача 4 (20 баллов).

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



Ответ:  $b = \frac{v_0^2}{\sqrt{2}g}$ .

### Критерии оценивания

Критерии оценивания задания 4	
Элемент решения	Баллы
Доказано, что угол, с которым необходимо запустить снаряд равен $45^\circ$ .	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
<b>ИТОГО</b>	<b>20</b>



### 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 радиус облака, если он много больше размеров корабля. Известно, что частицы пыли прилипают к кораблю при касании и он вылетает из облака со скоростью  $V$ .

$$\text{Ответ: } R = \frac{-2vs\rho_0 + \sqrt{4v^2s^2\rho_0^2 + 4vs\rho_0km(v_0 - v)}}{2vs\rho_0k}.$$

### Критерии оценивания

Критерии оценивания задания 5	
Элемент решения	Баллы
Верно записана формула средней плотности	8
Верно найдена масса налипшей пыли	6
Верно записан закон сохранения импульса	5
Приведены правильные математические преобразования и получен верный числовой ответ	6
<b>ИТОГО</b>	<b>25</b>



### 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.

Определите угол установки лопасти у её конца (угол между плоскостью лопасти и плоскостью вращения винта), если в каждой точке плоскость лопасти должна совпадать с направлением относительной скорости воздуха (для данного малого участка лопасти). Ветряк работает при скорости ветра  $10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ , а его трёхлопастной винт диаметром 24 метра вращается с частотой 60 оборот в минуту.

**Ответ: Угол установки лопасти у конца  $\alpha = 7^\circ 33'$ .**

#### *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
<b>ИТОГО</b>	<b>20</b>