

**Условия проведения первого этапа для участников  
Межрегиональной многопрофильной олимпиады школьников  
Тамбовского государственного университета имени Г.Р. Державина  
Номинация «Физика»**

**1. Цели и задачи конкурса**

Цель конкурса: дать возможность старшеклассникам проявить творческие способности, выявить среди участников тех, кто склонен к изучению дисциплин физико-математического профиля, способных мыслить логически, уметь решать нестандартные задачи.

Задачи конкурса: определить теоретические и практические знания старшеклассников по отдельному разделу механики; выявить умения и навыки самостоятельной работы и самоорганизации.

**2. Порядок организации и проведения конкурса**

**Дата:** 20 декабря 2015 г.

**Место проведения:** Комсомольская площадь, 5, ауд.323

**3. Задания творческого конкурса**

**РАВНОВЕСИЕ**

**1. Теоретический материал**

Вы, конечно, бывали в цирке. О, это так интересно! Там отважный канатоходец смело шагал по натянутому канату, ни капельки не боясь высоты. Там жонглёр жонглировал шарами и цветными кольцами, стоя на дощечке, которая располагалась на горизонтальном цилиндре, положенном перпендикулярно на другой горизонтальный цилиндр. И потом... Потом таких цилиндров под жонглёром было целых пять! Казалось, жонглёр вот-вот упадёт на манеж вместе с его шарами и кольцами и цилиндрами. Но, нет! Эти и многие другие цирковые трюки основаны на умении сохранять равновесие.

О равновесии необходимо знать не только артистам цирка, но и людям других профессий, например, строителям. Как строителям, например, поставить подъёмный кран, чтобы он не повалился при работе? Да и само строящееся сооружение: здание или мост должны стоять прочно и долго служить людям. Для решения подобных задач необходимы знания статики.

**Статикой** называют раздел механики, в котором изучают равновесие и устойчивость твёрдых тел. **Равновесием** называют такое состояние тела, при котором тело находится в покое, движется прямолинейно и равномерно или равномерно вращается вокруг какой-либо оси, проходящей через центр масс тела.

В том случае, если тело не может вращаться, его часто принимают за материальную точку. Для равновесия материальной точки необходимо, чтобы геометрическая сумма всех сил, приложенных к точке, равнялась нулю. В этом состоит первое условие равновесия.

Равновесие твёрдого тела зависит не только от модуля и направления действующих сил, но и от того, где они приложены. Механическое состояние абсолютно твёрдого тела не изменится, если точку приложения действующей на него силы перенести вдоль линии её действия.

Равнодействующая двух или нескольких сил, действующих на тело по одной прямой или приложенных к телу под углом друг к другу, равна их векторной сумме и находится по правилу параллелограмма.

Мерой взаимодействия тел, при котором происходит деформация или изменение угловой скорости вращения тел, служит момент силы.

Модуль момента силы относительно какой-либо точки  $O$  равен произведению модуля силы на плечо. **Плечо силы** – кратчайшее расстояние от оси вращения, проходящей через точку  $O$ , до линии действия силы. Если тело не вращается, но может прийти во вращение, то рассматривают возможную ось вращения. Ось возможного вращения может проходить как через точки, принадлежащие телу, так и лежать вне тела.

$$M = F \cdot d,$$

где  $M$  – модуль момента силы,  $F$  – модуль силы,  $d$  – плечо этой силы.

Момент силы, стремящейся повернуть тело относительно точки  $O$  по часовой стрелке, берётся со знаком «плюс», против часовой стрелки – со знаком «минус». Если на тело действует несколько сил, расположенных в одной плоскости (плоская система сил), модуль результирующего момента этих сил относительно выбранной точки  $O$  равен алгебраической сумме отдельных моментов.

Систему двух антипараллельных сил, действующих на тело не по одной прямой, называют **парой сил**. Относительно любой точки, принадлежащей плоскости сил, пара сил создаёт одинаковый вращающий момент  $M = F \cdot d$ , где  $F$  – модуль одной из сил,  $d$  – кратчайшее расстояние между линиями действия (плечо пары) сил.

Если на тело действует несколько сил, лежащих в одной плоскости, и тело находится в равновесии, то алгебраическая сумма моментов, взятых относительно произвольной точки, должна равняться нулю. Это второе условие равновесия. Его приходится рассматривать в тех задачах, в которых изучаемое тело невозможно принять за материальную точку.

Разумеется, если какое-либо твёрдое тело находится в равновесии, то для него должны выполняться оба условия равновесия.

Различают три вида равновесия: устойчивое, неустойчивое и безразличное. Тело находится в устойчивом равновесии тогда, когда при небольшом отклонении тела от положения равновесия, возникают силы, возвращающие тело в прежнее положение. Если же при небольшом отклонении тела, возникают силы уводящие тело от положения равновесия, то такое равновесие называют неустойчивым. Наконец, если при отклонении тела от положения равновесия не возникают никакие силы (ни возвращающие, ни уводящие от положения равновесия), то такое равновесие тела безразличное.

Тело тем более устойчиво, чем больше его площадь опоры и чем ниже расположен центр масс этого тела. Центр масс тела совпадает с центром тяжести тела. Точку приложения силы тяжести, действующей на тело, называют центром тяжести тела.

Поэтому постаменты памятников делают массивными. Центр масс памятника при этом понижается. Для повышения устойчивости здания под него подводят массивный фундамент.

Борцы (греко-римская борьба, сумо и др.) перед схваткой также увеличивают свою устойчивость. Для этого они расставляют ноги на ширину плеч (увеличивают площадь опоры) и чуть приседают (центр масс спортсмена при этом опускается).

## 2. Теоретические вопросы

1. Чему равна равнодействующая сил 3 Н и 4 Н. направленных под прямым углом друг к другу? Какой угол будет составлять равнодействующая с направлением силы 3 Н? (2 балла)
2. Чему равна равнодействующая трёх равных сил, лежащих в одной плоскости направленных под углом  $120^\circ$  друг к другу? (1 балл)
3. Где лежит центр масс треугольника? (1 балл)
4. Что более устойчиво: куб или пирамида, основание которой равно площади грани куба, а высота – ребру куба? Куб и пирамида изготовлены из одного и того же однородного вещества. (1 балл)
5. Момент силы, действующей на тело, равен 15 Н·м. Чему равно плечо силы, если модуль силы 2 Н? (1 балл)
6. При каком положении педали велосипеда момент действующей на неё силы, направленной вертикально, будет наибольшим? (1 балл)
7. Кусок какой длины необходимо отрезать от однородного стержня, чтобы его центр тяжести переместился на 10 см? (2 балла)

## 3. Задачи

1. К концам стержня массой 1 кг и длиной 40 см подвешены грузы массами 4 и 1 кг. Определите положение точки подвеса стержня, чтобы он находился в равновесии. (2 балла)

2. Однородный стержень массой 80 кг шарнирно прикреплен нижним концом к неподвижной опоре и может вращаться в вертикальной плоскости. Стержень удерживается в наклонном положении горизонтальным тросом, прикрепленным к его верхнему концу. Чему равна сила реакции шарнира и сила натяжения троса? Угол наклона стержня к горизонту  $45^\circ$ . (3 балла)

3. Фонарь массой 5 кг подвешен на проволоке над серединой улицы шириной 50 м. Допустимое натяжение проволоки 5000 Н. Какова должна быть высота крепления концов проволоки, чтобы точка крепления фонаря находилась на высоте 7 м над землей? (3 балла)

4. Деревянный брусок массой 2,0 кг лежит на наклонной доске с углом наклона к горизонту равным  $60^\circ$ . Коэффициент трения бруска о доску равен 0,4. Какую минимальную по модулю силу надо приложить к бруску, чтобы он не соскользнул с доски? Чему равен угол между направлениями искомой силы и доски? (6 баллов)

5. Бревно длиной 12 м можно уравновесить в горизонтальном положении на подставке, отстоящей на расстоянии 3 м от его толстого конца. Если же подставка находится посередине и на тонкий конец положить груз массой 60 кг, то бревно снова будет в равновесии. Определите массу бревна. (2 балла)

#### **4. Исследование**

Рассчитайте положение центра масс плоской фигуры. Проверьте свои расчёты экспериментально. Имеются ли расхождения Ваших расчётов с экспериментом? Если имеются, то, как их объяснить?

#### **4. Время выполнения заданий творческого конкурса**

Время проведения: 4 часа

#### **5. Максимальное количество баллов по каждому заданию**

- За ответы на теоретические вопросы максимально можно получить 9 баллов.
- За решение задач можно максимально получить 15 баллов. Для этого нужно решить пять задач из следующего списка.
- Максимальная оценка за выполнение исследовательского задания 6 баллов.

#### **6. Критерии оценки творческого задания**

- Теоретические вопросы: ответы должны быть полными и обоснованными.
- Решение задач: необходимо приводить полное решение каждой задачи.
- Исследовательское задание: полный обоснованный ответ.

## **7. Рекомендуемая литература**

1. Козел С.М. и др. Сб. задач по физике: задачи МФТИ: Уч. пособие. М.: Наука, 1987. – 307 с.
2. Рымкевич П.А., в соавт. Сборник задач по физике для 8-10 кл. ср. школы. М.: Просвещение, 1980 – 160 с.
3. Гольдфарб Н.И. Сб. вопр. и зад. по физике: Уч. пособие. М.: Высшая шк., 1993. – 351 с.
4. Ландсберг Г.С. Элементарный учебник физики. Учебное пособие. В 3-х т. М.: Наука, 1998.