**11 класс.**

**Задача 1.**

*(Вязовов В.Б.)*

Концы двух одинаковых невесомых стержней соединены шарниром *Ш*. Между стержнями закреплены две одинаковые пружины – одна в середине, а другая соединяет противоположные шарниру концы стержней. На сколько процентов деформирована каждая пружина? Изгиб пружин не предусмотрен.

*Ш*

**Решение:**

Легко понять, что в положении равновесия верхняя пружина растянута на некоторую величину *x*1, а нижняя – сжата на *x*2. Пусть *l*0 – длина недеформированной пружины, тогда длина верхней пружины *l*1 = *l*0 + *x*1, а нижней – *l*2 = *l*0 + *x*2. Из геометрических соображений ясно, что *l*1 = 2*l*2, откуда

*l*0 + *x*1 = 2(*l*0 – *x*2); *x*1 + 2*x*2 = *l*0.

*Ш*

***F***1

***F***2

*h*

*h*

Оба стержня совершенно равноправны, поэтому достаточно рассмотреть равновесие одного из них, например, левого. Относительно горизонтальной оси, проходящей через шарнир *Ш*, алгебраическая сумма моментов сил упругости ***F***1 и ***F***2 должна равняться нулю:

,

где *h* и – плечи сил ***F***1 и ***F***2.

Отсюда 2*F*1 = *F*2.

По закону Гука *F*1 = *kx*1, *F*2 = *kx*2, поэтому *x*2 = 2*x*1.

Решая систему двух уравнений с двумя неизвестными



получим: *x*1 = 0,2*l*0; *x*2 = 0,4*l*0.

Таким образом, верхняя пружина растянута на 20%, а нижняя сжата на 40% своей длины.

**Задача 2**

*(Вязовов В.Б.)*

Два одинаковых сосуда высотой *H*, соединенные тонкой трубкой с краном, расположены на горизонтальной плоскости. В начальный момент правый сосуд заполнен доверху водой с плотностью ρ, а в левом находится воздух, давление которого *p.* Какая будет высота *h* воды в левом сосуде после открывания крана?

*H*

*p*

**Решение.**

1) H=h1 + h2, где h1 –высота в правом сосуде после установления равновесия,

- высота в левом сосуде после установления равновесия;

2) р\*H\*S= р2\*(H- h2 )S – изотермическое сжатие воздуха в левом сосуде;

3) Δh= h1 - h2, ρgΔh= р2

решая, полученнуюсистему уравнений относительно h2 получаем ответ



**Задача 3.**

|  |  |
| --- | --- |
|  | Непроводящий стержень длиной 𝑅 имеет два одинаковых точечных заряда 𝑄 на своих концах и расположен перпендикулярно проводящей незаряженной плоскости большого размера (см. рисунок). Расстояние от плоскости до ближайшего к ней конца стержня также равно 𝑅. Определить силу 𝐹, действующую на стержень с зарядами со стороны плоскости. |

**Решение:**

|  |  |
| --- | --- |
|  | Создаваемое в рассматриваемой системе электрическое поле слева от проводящей плоскости будет, согласно методу электростатических изображений, таким же, как и в системе зарядов, показанной на рисунке (заряд 4 является изображением заряда 1, а заряд 3 — изображением заряда 2). |

Направим ось 𝑋 вдоль стержня к плоскости. Тогда все силы взаимодействия зарядов будут направлены вдоль этой оси, и со стороны электрического поля на заряды 1 и 2 действуют силы с проекциями на ось 𝑋, равными

, где , а Е0- электрическая постоянная. Складывая эти силы, находим суммарную силу, действующую на стержень с зарядами со стороны плоскости:

****

**Задача 4.**

*(Вязовов В.Б.)*

Представьте себе, что параллели и меридианы (воображаемые линии на глобусе), проведенные через каждые 10°, являются реальными проводниками одинаковой толщины, контактирующими в точках пересечения. Чему равно сопротивление *R*x между “полюсами”, если сопротивление одного проводника, расположенного вдоль всего “экватора” равно *R*?

**Решение:**

Предположим, что к “полюсам” подведено некоторое напряжение. Легко сообразить, что в точках пересечения некоторой “параллели” с “меридианами” все потенциалы будут одинаковыми. Следовательно, по “параллелям” ток не течет и их можно не учитывать. Тогда все “меридианы” (а их число равно 36) соединены параллельно, а длина каждого из них равна половине длины “экватора”. Сопротивление *R*x равно таким образом .

**Задача 5.**

|  |  |
| --- | --- |
|  | На двух стенах холла концертного зала висят 3 больших одинаковых плоских зеркала. Какое максимальное количество своих изображений видит зритель, пришедший на концерт и стоящий в центре зала? Какое максимальное количество изображений зрителя одновременно может видеть сторонний наблюдатель? Изобразите план зала и выделите на нём области, из которых он может видеть изображение зрителя. Для каждой области сделайте отдельный рисунок. На отдельном рисунке изобразите область из которой наблюдатель может видеть максимальное число изображений. План холла концертного зала с зеркалами (вид сверху) приведен на схеме. Считайте зрителя не слишком крупным (почти точечным). |

**Решение:**

****

Точечный предмет и его изображение в плоском зеркале равноудалены от плоскости зеркала. Оба они лежат на перпендикуляре, проведенном к плоскости этого зеркала.

На рисунке 1 показана область (А), из которой видно изображение S1.

На рисунке 2 показаны две области (B), из которой видно изображение S2.

На рисунке 3 показана область (С), из которой в зеркале 1 видно изображение S3.

Все три изображения будут видны из той части комнаты (область (D)), в которой перекрываются области (А), (Б), (С). На рисунке 4 она выделена тёмным цветом. Итак, из построений видно, что зритель может видеть только одно свое изображение S1 в зеркале 1. Сторонний наблюдатель может видеть все 3 изображения из области (D), выделенной темным цветом.