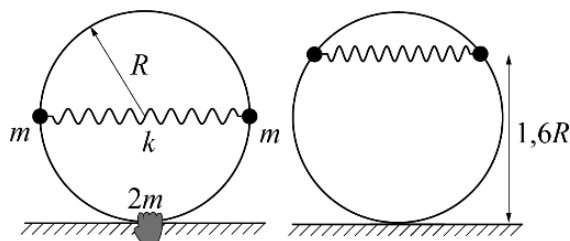


11.2. Кольцо, бусинки, пружина. Вдоль тонкого кольца радиуса R и массой $2m$ могут скользить 2 бусинки массой m каждая. Бусинки соединены пружиной жёсткостью k . В начальный момент кольцо удерживают на горизонтальной поверхности, прижимая к вертикальной стенке, а бусинки находятся в неустойчивом равновесии на его диаметре. На рисунке показан вид сверху. После небольшого толчка бусинки начинают двигаться от стенки. В момент, когда расстояние от бусинок до стенки достигает максимального значения $1,6R$, кольцо отпускают. Определите:

- 1) длину недеформированной пружины l ;
- 2) максимальную скорость v бусинок при движении от стенки;
- 3) расстояние от бусинок до стенки, когда они опять окажутся на диаметре.

Трения в системе нет.



Возможное решение.

Так как при движении вверх кольцо удерживают и трение в системе отсутствует, система бусинки-пружина сохраняет энергию.

Скорость бусинок равна 0 в начальный момент времени и в момент наибольшего удаления от стенки. Значит в эти моменты деформация пружины одинакова (по модулю). Длина пружины в недеформированном состоянии будет средним арифметическим длин пружин в эти моменты:

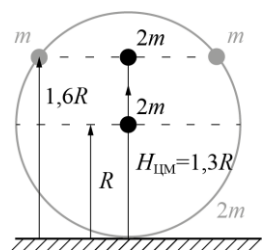
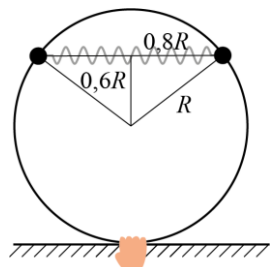
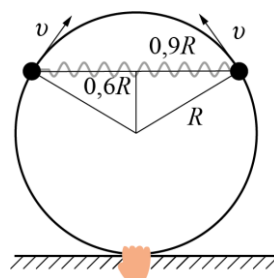
$$l = \frac{2R + 1,6R}{2} = 1,8R$$

Максимальная скорость у бусинок будет в тот момент, когда пружина нерастянута. Запишем ЗСЭ для начального момента и момента с отсутствием деформации:

$$\frac{k(2R - l)^2}{2} = 2 \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{k(2R - l)^2}{2m}} = 0,2R \sqrt{\frac{k}{2m}}$$

Когда началось движение бусинок к стенке кольцо отпустили, значит на систему кольцо-бусинки-пружина больше не действуют внешние силы. В таком случае центр масс системы будет неподвижен, и будет находиться на расстоянии $H_{\text{цм}} = 1,3R$ от стенки (см рис)

Когда бусинки опять окажутся на диаметре, центр масс системы окажется в середине кольца, а значит бусинки будут на расстоянии $H_1 = H_{\text{цм}} = 1,3R$ от стенки.



Критерии оценивания.

- | | |
|--|--------|
| 1) Доказано равенство деформаций пружины в начале
и при максимальном удалении от стенки | 1 балл |
| 2) Найдена длина пружины в момент остановки | 1 балл |
| 3) Найдено значение $l = 1,8R$ | 1 балл |
| 4) Указано условие для максимальной скорости бусин | 1 балл |
| 5) Записан ЗСЭ для нахождения v | 1 балл |
| 6) Записано выражение для v | 1 балл |
| 7) Указание на покой центра масс при движении к стенке | 1 балл |
| 8) Найдено положение центра масс относительно стенки | 1 балл |
| 9) Указано положение центра масс на диаметре | 1 балл |
| 10) Указано расстояние от стенки до бусинок | 1 балл |

Примечания к критериям.

Правильно решённая неавторским методом задача оценивается в 10 баллов.