

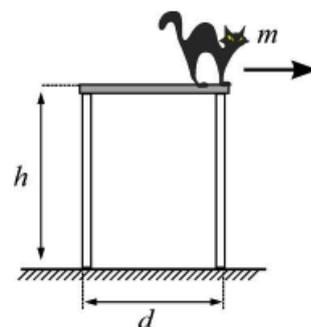
Московская олимпиада школьников по физике

11 класс, первый тур, 2016 год

ЗАДАЧА 1. Школьник летом был в Крыму и с высоты $h = 4$ м над уровнем моря увидел на линии горизонта ракетный крейсер «Москва», который шел вдоль берега и был виден «во весь рост», от ватерлинии до верха надстроек. Школьник прикрыл один глаз, вытянул перед собой руку и большим пальцем, поднятым вверх, «закрыл» весь крейсер от носа до кормы корабля (для открытого глаза). Ширина пальца равна $a = 2$ см. Расстояние от глаза до большого пальца при вытянутой руке равно $l = 70$ см. День был солнечным, поэтому диаметр зрачка открытого глаза был небольшим — всего 1 мм. Затем он через свой смартфон нашел справку о параметрах крейсера, где обнаружил, что длина корабля составляет $L = 186,5$ м. Каков радиус R Земли, вычисленный школьником на основании всех имеющихся данных?

$$R \approx \frac{L^2 l^2}{2ah} \approx 5326 \text{ км}$$

ЗАДАЧА 2. На краю табуретки массой $M = 4,5$ кг сидит кошка массой $m = 1,5$ кг. Высота табуретки $h = 45$ см, а расстояние между ножками $d = 30$ см (см. рисунок). Коэффициент трения между ножками и полом равен $\mu = 0,5$. Кошка прыгает с табуретки в направлении, показанном стрелкой. При этом ускорение центра масс кошки направлено горизонтально. При каком максимальном значении модуля этого ускорения табуретка будет оставаться неподвижной? Если модуль ускорения превысит это значение на очень малую величину, то как начнёт двигаться табуретка: скользить по полу или опрокидываться, поворачиваясь вокруг некоторой оси? Ускорение свободного падения можно считать равным $g = 10$ м/с².

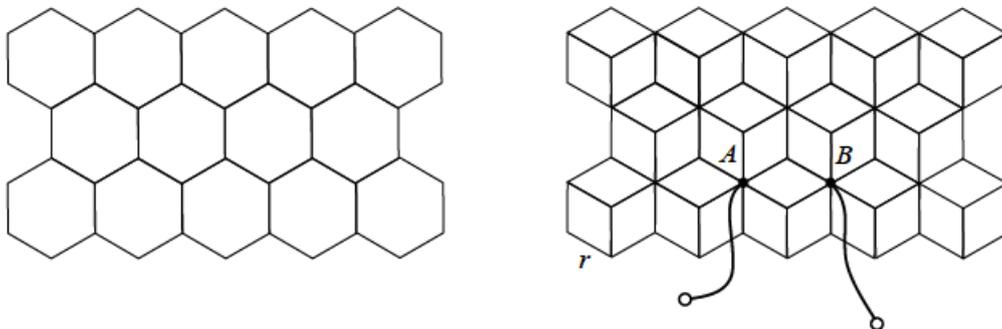


$$a_{\text{max}} = \frac{g}{\mu} \left(1 + \frac{mh}{Md} \right) \approx 16,9 \text{ м/с}^2$$

ЗАДАЧА 3. Вася выдувает через длинную трубку сферический мыльный пузырь. Надув пузырь до некоторого размера, он выпускает трубку изо рта, при этом воздух из пузыря выходит наружу обратно через трубку. Окончательно пузырь исчезает, так и не лопнув, через время τ после того как его перестали надувать. За какое время сдуется надутый таким же образом мыльный пузырь вдвое большего радиуса? Считайте, что воздух движется по трубке достаточно медленно, свойства мыльной пленки у обоих пузырей одинаковы.

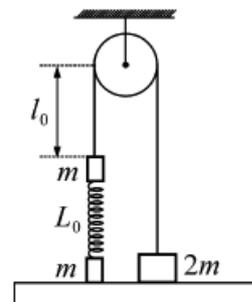
$$16\tau$$

ЗАДАЧА 4. В бесконечную проволочную сетку, состоящую из шестиугольников с сопротивлениями каждого ребра r (см. рисунок слева), добавили проводники с такими же сопротивлениями — так, как показано на рисунке справа (каждую шестиугольную ячейку разделили тремя отрезками проволоки сопротивлением r каждый на три одинаковых ромба). Найдите сопротивление между точками A и B , показанными на правом рисунке.



$$R_{AB} = r/2$$

ЗАДАЧА 5. На рисунке изображена механическая система, в которой через невесомый блок с прикреплённой к потолку горизонтальной осью перекинута невесомая нерастяжимая нить. К концам нити прикреплены небольшие грузы массами m и $2m$. Груз $2m$ лежит на горизонтальной опоре. Груз m висит. К грузу m через невесомую идеальную пружину с жёсткостью k , расположенную вертикально и имеющую небольшую длину L_0 , прикреплён второй такой же груз m . В начальный момент пружина не деформирована, и второй груз m лежит на той же опоре, что и груз $2m$. Расстояние от верхнего груза m до блока равно l_0 . Свободные участки нити, не лежащие на шкиве блока, вертикальны. В момент времени $t = 0$ опора исчезает (её быстро убирают вниз). Через время τ после этого один из грузов коснулся блока. Какой это груз? При каком значении l_0 время τ максимально? Чему равно это максимальное значение τ ?



$$\frac{\partial \tau}{\partial l_0} = 0 \text{ и при } \frac{\partial \tau}{\partial m} \sqrt{\frac{m}{k}} = \text{max}; m \text{ и } k \text{ — const}$$