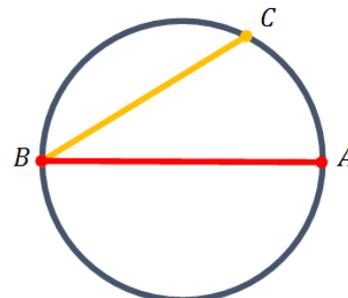


## Олимпиада «Шаг в будущее» по физике

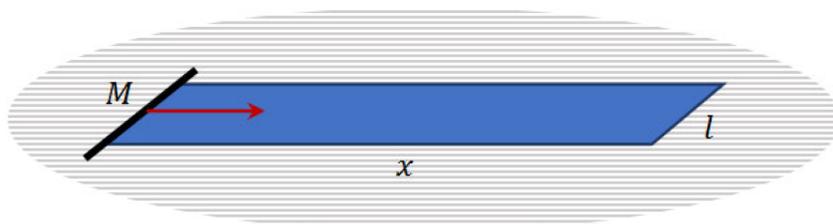
9 класс, 2023 год

1. Водитель находится в точке  $A$  шоссе кольца вокруг города (КАД). Ему надо попасть в противоположную точку диаметра КАД. Но так как диаметр закрыт на ремонт, навигатор предложил ехать по кольцу (в любую сторону). Также в точке  $C$  можно свернуть на хорду, длина которой составляет  $2/3$  диаметра, однако время в пути, при этом, окажется тем же. Во сколько раз средняя скорость движения по кольцу выше средней скорости движения по хорде? Движение по кольцу можно считать равномерным.



$$60^\circ \approx \left( \frac{0.081}{\frac{\pi}{2} \text{ секунды}} - 1 \right) \cdot \frac{1}{\frac{\pi}{2}} = \frac{0.081}{\frac{\pi}{2}}$$

2. Длинный тонкий рулон раскатан в лист и лежит на ровном горизонтальном полу. Длина рулона  $x$ , ширина  $l$ , толщина  $h$ , плотность  $\rho$ . К концу рулона приклеили трубку массы  $M$ . К трубке приложили резкое усилие, в результате чего она покатилась. В итоге весь рулон плотно намотался на трубку и в этот момент движение прекратилось. Чему равна начальная кинетическая энергия трубки? Внешний диаметр трубки ничтожен по сравнению с диаметром намотавшегося на нее рулона, а сам рулон нерастяжим, но изгибается без усилия.



$$\frac{1}{4x} \sqrt{(14x^2 + M)g} = M$$

3. Диаметр колеса обозрения 16 м. Из какой точки  $C$  на прямой  $AB$  нужно бросить мячик, чтобы он сдул пылинку с крыши кабинки в верхней точке колеса, обладая наименьшей необходимой для этого начальной скоростью? В качестве ответа найдите длину отрезка  $CM$ .



$$16 = 16 = 16$$

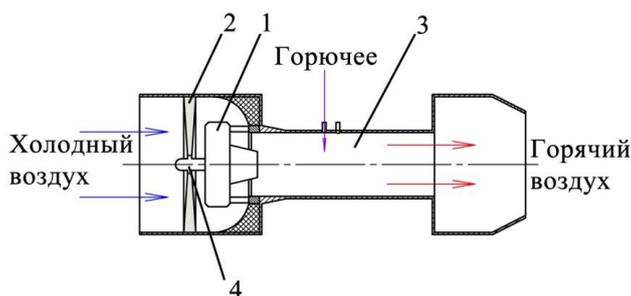
4. В далеком (или не очень) будущем земляне вступили в эпоху межзвездных путешествий, и в системе одного из желтых карликов Галактики (звезда, того же класса, что и Солнце) открыли планету Архе с биосферой, во многом напоминающей Землю эпохи мезозоя (примерно 70–250 млн лет назад от нашего времени). Среди обитателей Архе внимание ученых привлек вид шарозавров — травоядных гигантов, напоминающих древних земных рептилий, но обладающих уникальным и очень полезным эволюционным приспособлением: в ночное время суток, когда температура окружающей среды снижается до  $20\text{ }^\circ\text{C}$ , животное сворачивается «шариком» (отсюда и название). Принимая шарообразную форму, «рептилия» минимизирует площадь поверхности тела и, следовательно, отток тепла из организма. В результате, ночью, длящейся 10 земных часов, температура тела шарозавра снижается лишь на  $1\text{ }^\circ\text{C}$  по сравнению с его дневной температурой, составляющей  $36\text{ }^\circ\text{C}$ . При этом шарозавр практически не сжигает калории, полученные днем с пищей. Теплообмен с окружающей средой происходит через кожу животного, его интенсивность пропорциональна перепаду температур между телом шарозавра и окружающей средой, и составляет  $50\text{ Вт}$  на  $1\text{ м}^2$  кожи при перепаде в  $1\text{ }^\circ\text{C}$ . Каков примерно радиус «шарика»? Удельная теплоемкость тела шарозавра  $4\text{ кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$ . Плотность тела шарозавра близка к плотности воды. Объем шара:  $V = \frac{4}{3}\pi R^3$ . Площадь сферы:  $S = 4\pi R^2$ .

$$R \approx \frac{3 \cdot 50 \cdot 10 \cdot 4}{4\pi \cdot 1} = 452 \text{ м}$$

5. Брусок массой  $m = 1\text{ кг}$  покоится на шероховатой горизонтальной поверхности. Коэффициент трения  $\mu = 3/4$ . Какое минимальное усилие необходимо прилагать, чтобы двигать брусок прямолинейно вдоль поверхности с ускорением  $a = \mu g$ , где  $g = 10\text{ м}/\text{с}^2$  — ускорение свободного падения?

$$F_{\text{мин}} = \frac{m \cdot g \cdot \sqrt{1 + \mu^2}}{\mu} = 12 \text{ Н}$$

6. **Ситуационная задача.** В качестве двигательной установки легких беспилотных летательных аппаратов применяется электродвигатель с импеллером, как альтернатива традиционному воздушному винту (пропеллеру). Электродвигатель — 1 с импеллером — 2 представляет собой вентилятор в кольцевом канале (трубе) — 3. С помощью импеллеров можно проводить имитацию воздушно-реактивных двигателей. В этом случае для увеличения тяги в канал — 3 после вентилятора может добавляться горючее, при сжигании которого поток воздуха за счёт уменьшения плотности (при допущении постоянного расхода воздуха) дополнительно разгоняется.



Вентилятор имеет диаметр  $120\text{ мм}$  и КПД  $60\%$ . Определите необходимую мощность электродвигателя, позволяющего обеспечить номинальную тягу после вентилятора в  $10\text{ Н}$ . В расчётах площадью сечения электродвигателя — 1 и втулки — 4 вентилятора пренебречь. Плотность воздуха примите равной  $1,2\text{ кг}/\text{м}^3$ . Площадь круга рассчитывается по формуле  $S = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$ , где  $d$  — диаметр.

$$N_{\text{электродвигателя}} = 452 \text{ Вт}$$