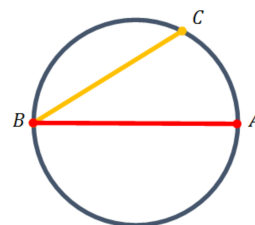


## Олимпиада «Шаг в будущее» по физике

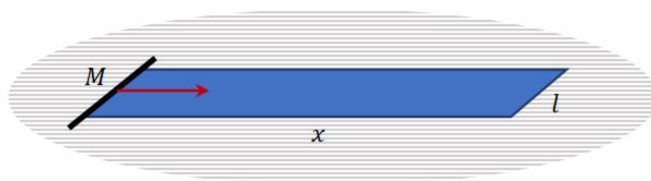
9 класс, 2024 год

1. Водитель находится в точке  $A$  шоссеиного 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.



$$60 \text{ км/ч} \approx \left( \frac{v_{\text{кольцо}}}{v_{\text{хорда}}} - 1 \right) \frac{v_{\text{кольцо}}}{v_{\text{хорда}}} = \frac{v_{\text{кольцо}}}{v_{\text{хорда}}}$$

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 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 неё рулона, а сам рулон нерастяжим, но изгибается без усилия.



$$\frac{1}{2} M v^2 = \frac{1}{2} \rho x l h v^2 + M v^2 = M v^2$$

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  $CM$ .



$$CM = 16 \text{ м}$$

4. В далёком (или не очень) будущем земляне вступили в эпоху межзвёздных путешествий, и в системе одного из жёлтых 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 учёных 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  $20^\circ\text{C}$ , животное сворачивается «шариком» (отсюда и название). Принимая шарообразную форму, «рептилия» минимизирует площадь поверхности тела и, следовательно, отток тепла из организма. В результате, ночью,

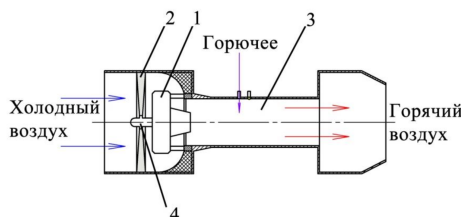
длящейся 10 земных часов, температура тела шарозавра снижается лишь на  $1^\circ\text{C}$  по сравнению с его дневной температурой, составляющей  $36^\circ\text{C}$ . При этом шарозавр практически не сжигает калории, полученные днём с пищей. Теплообмен с окружающей средой происходит через кожу животного, 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  $1^\circ\text{C}$ . Каков примерно радиус «шарика»? Удельная теплоёмкость тела шарозавра  $4\text{ кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$ . Плотность тела шарозавра близка к плотности воды. Объём шара:  $V = \frac{4}{3}\pi R^3$ . Площадь сферы:  $S = 4\pi R^2$ .

$$Q_{\text{отд}} \approx \frac{4\pi R^2 \sigma (T_{\text{тел}} - T_{\text{окр}})}{\Delta t} = Q_{\text{получ}}$$

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?

$$F_{\text{пр}} = \frac{mg}{\mu} \sqrt{\mu^2 + 1} = m g \mu$$

6. В качестве двигательной установки лёгких 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 равно  $1,2\text{ кг}/\text{м}^3$ . Площадь круга рассчитывается по формуле  $S = \frac{\pi d^2}{4}$ .

$$P_{\text{эл}} = 452\text{ Вт}$$