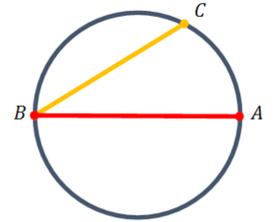


Олимпиада «Шаг в будущее» по физике

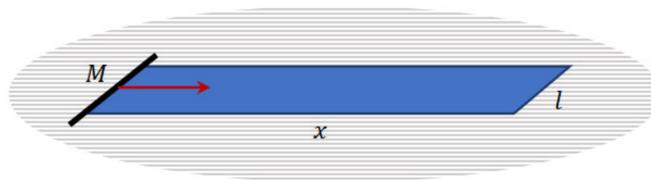
9 класс, 2024 год

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.



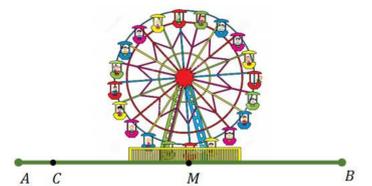
$$60 \text{ км/ч} \approx \left(\frac{v_{\text{кольцо}}}{v_{\text{хорда}}} - 1 \right) \frac{v_{\text{кольцо}}}{v_{\text{хорда}}} = \frac{v_{\text{кольцо}}}{v_{\text{хорда}}}$$

2. Длинный тонкий рулон раскатан в лист и лежит на ровном горизонтальном полу. Длина рулона x , ширина l , толщина h , плотность ρ . 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°C , животное сворачивается «шариком» (отсюда и название). Принимая шарообразную форму, «рептилия» минимизирует площадь поверхности тела и, следовательно, отток тепла из организма. В результате, ночью,

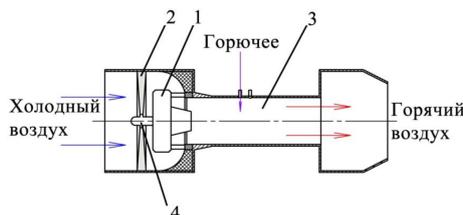
длящейся 10 земных часов, температура тела шарозавра снижается лишь на 1°C по сравнению с его дневной температурой, составляющей 36°C . При этом шарозавр практически не сжигает калории, полученные днём с пищей. Теплообмен с окружающей средой происходит через кожу животного, его интенсивность пропорциональна перепаду температур между телом шарозавра и окружающей средой, и составляет 50 Вт на 1 м^2 кожи при перепаде в 1°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: $S = 4\pi R^2$.

$$m c \approx \frac{4\pi R^2 \rho c}{(0.2-1) \cdot 4} = 4$$

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?

$$F \sin \alpha = \frac{m g \mu}{\cos \alpha} = m g \mu$$

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 мм и КПД 60% . Определите необходимую мощность электродвигателя, позволяющего обеспечить номинальную тягу после вентилятора в 10 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 $S = \frac{\pi d^2}{4}$.

$$N_{\text{в}} = 452\text{ Вт}$$