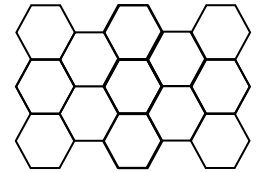


ЗАДАНИЕ ПО ФИЗИКЕ
ВАРИАНТ 27991 для 9-го класса

1. В два одинаковых электрических чайника налили одинаковое количество воды одной и той же температуры. Различаются только номинальные электрические мощности чайников: у первого – 1 кВт, а у второго – 2 кВт. Сравните потребление электроэнергии, затраченной на нагревание воды в этих чайниках до кипения.

Ответ: На нагревание воды в чайниках до кипения необходимо подвести одно и то же количество теплоты. При работе чайника с большей мощностью время нагрева будет меньше, поэтому тепловые потери в окружающую среду будут меньше и энергия, потребляемая от сети, в этом случае окажется меньше.

2. На кафедре Общей физики и ядерного синтеза НИУ «МЭИ» в «Лаборатории наноуглеродных материалов» исследуют экзотические материалы на основе углерода. Один из таких материалов называется графен. Он представляет собой плоский слой атомов углерода, расположенных в вершинах правильных шестиугольников со стороной 0,14 нм. Определите удельную площадь поверхности графена в расчете на массу материала (т.е. какую площадь занимает слой, масса всех атомов в котором равна 1 г).



Решение: Решить задачу можно, определив сначала площадь одного шестиугольника, который образуют 6 атомов. Эта площадь равна площади шести равносторонних треугольников со стороной 0,14 нм. Высота в

таком треугольнике равна $\sqrt{(0,14)^2 - (0,07)^2} = 0,1212$ нм. Тогда площадь шестиугольника

$$S_6 = 6 \cdot \frac{1}{2} \cdot 0,14 \cdot 0,1212 = 0,051 \text{ нм}^2.$$

Поскольку шестиугольник образован шестью атомами, каждый из которых принадлежит трем шестиугольникам, то данному шестиугольнику «принадлежит» только $1/3$ каждого атома. Значит, на один шестиугольник «приходится» 2 атома.

Масса одного атома может быть определена из соотношения $\mu = m_0 N_A$, т.е. $m_0 = \frac{\mu}{N_A}$.

Значит удельная площадь поверхности графена будет равна

$$\frac{S}{m} = \frac{S}{2m_0} = \frac{S \cdot N_A}{2\mu} = \frac{0,051 \cdot 10^{-18} \cdot 6,022 \cdot 10^{23}}{2 \cdot 12} = 1280 \text{ м}^2/\text{г}$$

Ответ: 1280 м²/г

3. Прямоугольный параллелепипед, площади граней которого равны $S_1 = 160 \text{ см}^2$, $S_2 = 200 \text{ см}^2$ и $S_3 = 500 \text{ см}^2$, можно расположить на дне большого бассейна с водой так, что в некотором положении параллелепипед будет полностью покрыт водой. Если тело лежит на грани площадью S_3 , то минимальная сила, необходимая для полного отрыва параллелепипеда от дна, составляет $F_3 = 60 \text{ Н}$. Если же со дном соприкасается грань площадью S_1 , то минимальная сила составит $F_1 = 72,8 \text{ Н}$. Определите, какая минимальная сила потребуется для полного отрыва параллелепипеда от дна бассейна, если он лежит на грани площадью S_2 . Поверхности всех тел считать шероховатыми.

Решение: Пусть

$$S_1 = ab, S_2 = ab, S_3 = ab, \text{ тогда } V = \sqrt{abc} = 400 \text{ см}^3.$$

$$\text{Тогда } a = \frac{V}{S_3} = 8 \text{ см}, b = \frac{V}{S_2} = 20 \text{ см}, c = \frac{V}{S_1} = 25 \text{ см}.$$

Сравнивая полученные значения, понимаем, что брусок окажется полностью под водой, когда лежит на грани bc (S_3). При этом сила отрыва бруска от поверхности минимальна и равна 60 Н.

Из второго закона Ньютона найдем силу тяжести, действующую на брусок:

$$mg = F_3 + \rho g V = 60 + 1000 \cdot 10 \cdot 0,004 = 100 \text{ Н}.$$

Если брусок перевернуть на грань S_1 , то минимальная сила определяется как

$$mg = F_1 + \rho g h S_1,$$

где h – уровень воды в бассейне.

$$\text{Откуда найдем } h = \frac{mg - F_1}{\rho g S_1} = \frac{100 - 72,8}{1000 \cdot 10 \cdot 160} = 0,17 \text{ м}.$$

Если брусок перевернуть на грань S_2 , то минимальная сила определяется как

$$F_1 = mg - \rho g h S_2 = 100 - 200 \cdot 0,17 = 66 \text{ Н}.$$

Ответ: 66 Н.

Олимпиада школьников «Надежда энергетики». Заключительный этап.

4. В летнем лагере проводили соревнование велосипедистов. Ребята стартовали в деревне Аниськино и ехали в деревню Баранкино, после чего сразу возвращались назад, по той же дороге. Поскольку дорога была узкая, гонку решили проводить с раздельным стартом. К сожалению, два спортсмена (Петя и Вася) все же столкнулись. Известно, что Вася стартовал через 16 минут после Пети. После столкновения они решили продолжить движение пешком, и Петя отправился в Аниськино, а Вася в Баранкино, и пришел туда через 45 минут после того, как там побывал Петя. Определите, во сколько раз скорость ребят при движении на велосипедах превышала скорость их ходьбы пешком.

Решение:

Поскольку велосипедисты едут с постоянными (и одинаковыми) скоростями, то Петя до момента столкновения постоянно опережает Васю на 16 минут. Это означает, что он за 16 минут успел доехать от места будущего столкновения до Баранкино и вернуться к месту столкновения. Таким образом, участок «ДТП – Баранкино» преодолевается на велосипеде за 8 минут. Поскольку Вася пешком пришел в Баранкино от точки «ДТП» через 45 минут после того, как оттуда уехал Петя, то Вася шел пешком $45-8=37$ минут. Значит, участок «ДТП – Баранкино» преодолевается пешком за 37 минут.

Одно и то же расстояние преодолевается на велосипеде за 8 минут, а пешком за 37 минут. Это означает, что скорость передвижения на велосипеде больше скорости передвижения пешком в $37 / 8 = 4,625$ раза.

Ответ: 4,625.

5. При строительстве любой гидроэлектростанции требуется перекрыть русло реки и соорудить плотину. При этом плотина разделяет водоток на две части, расположенные на разных уровнях. Часть водотока, примыкающая к плотине, называется бьеф. Различают верхний бьеф (водохранилище перед плотиной) и нижний бьеф (часть реки с низовой стороны плотины). Мощность генераторов гидроэлектростанции зависит от высоты подпорного уровня, т.е. уровня воды, который устанавливается в верхнем бьефе относительно нижнего бьефа при перекрытии русла реки. Нормальный подпорный уровень поддерживается постоянным при обычных условиях эксплуатации плотины. Однако в случае выпадения большого количества осадков в верховьях реки или весеннего половодья уровень верхнего бьефа может превысить нормальный. Определите, на сколько процентов может увеличиться электрическая мощность станции при повышении подпорного уровня на 4%. Потерями энергии потока на трение пренебречь. КПД гидроагрегатов считать неизменным.

Решение:

Поскольку потерями на трение можно пренебречь, то для нахождения скорости воды в нижней части водосброса можно применить закон сохранения механической энергии:

$$mgH = \frac{mv^2}{2}, \quad (1)$$

где H - разность уровней воды между нижним и верхним бьефом,

v - скорость воды перед гидроагрегатом.

Гидроагрегат (турбина и генератор) преобразует кинетическую энергию воды в электроэнергию.

Обозначим электрическую мощность генератора P . Тогда

$$Pt = \eta \frac{mv^2}{2} = \eta mgH, \quad (2)$$

где η - коэффициент полезного действия гидроэлектростанции.

Массовый расход воды через турбину можно определить следующим образом:

$$\frac{m}{t} = \rho vS, \quad (3)$$

где ρ – плотность воды, S – площадь поперечного сечения водовода.

Подставляя (3) в (2), получаем с учетом (1):

$$P = \sqrt{2}\eta\rho S (gH)^{\frac{3}{2}}.$$

Таким образом, при повышении подпорного уровня на 4% мощность станции увеличится на

$$\frac{\Delta P}{P} = \frac{\sqrt{2}\eta\rho S (g \cdot 1,04H)^{\frac{3}{2}} - \sqrt{2}\eta\rho S (gH)^{\frac{3}{2}}}{\sqrt{2}\eta\rho S (gH)^{\frac{3}{2}}} = \frac{1,04^{\frac{3}{2}} - 1}{1} = 0,06$$

Ответ: Мощность станции увеличится на 6 %.