Многопрофильная инженерная олимпиада «Звезда»

«Ядерная энергетика»
2015/16 уч.г.
8 класс

Решения

1. Пусть когда в Москве время t, время в Нью-Йорке $t-T$ (оно отстает от московского). И пусть самолет летит время Δt. Тогда

$$8+\Delta t=13+T$$
$$3+\Delta t=22-T$$

Вычитая эти равенства друг из друга, получаем $T=7$ час.

2. Используем очевидные соотношения

$$\begin{cases} f_a=F_1+F_2+F_3 \\ f_b=F_2+F_3-F_1 \\ f_c=F_1+F_2-F_3 \end{cases}$$

Решая систему уравнений, получим

$$F_1=\frac{f_a-f_b}{2}=9\ \text{Н},\ F_2=\frac{f_b+f_c}{2}=8\ \text{Н},\ F_3=\frac{f_a-f_c}{2}=13\ \text{Н}.$$

3. Необходимо измерить с помощью динамометра силу тяжести для двух тел. Шкала динамометра позволит это сделать, т.к. масса стального тела больше половины предела шкалы. Пусть масса второго тела m, стали $M=0,25$ кг. Тогда показания динамометра P составят

$$P=(m+M)g=(\rho+\rho_0)gV$$

где ρ - плотность тела, ρ_0 - плотность стали. С другой стороны, объем тел можно найти, поскольку масса и плотность второго тела известны

$$V=\frac{M}{\rho_0}$$

Отсюда

$$\rho=\rho_0\left(\frac{P}{Mg}-1\right).$$

4. АЭС вырабатывает за 12 часов следующую энергию

$$E=Pt=10^9\cdot 12\cdot 60\cdot 60=4,3\cdot 10^{13}\ \text{Дж}$$

По условию половину этой энергии необходимо запасать. Т.е. необходимо запасать $2,3\cdot 10^{13}$ Дж. Эффективным способом запасения этой энергии являются гидроаккумуляторы. За счет «ночной энергии» некоторая масса воды поднимается на определенную высоту, а потом спускается вниз, вращая турбины генератора и вырабатывая электрический ток. Оценим, какой объем воды и на какую высоту нужно поднять, чтобы запасти эту энергию. Пусть мы поднимаем воду на высоту 10 метров. Тогда ее энергия есть $E=mgh=\rho Vgh$. Т.е.

$$V=\frac{E}{\rho gh}=\frac{2,1\cdot 10^{13}}{10^5}=2,1\cdot 10^8\ \text{м}^3.$$

Это объем небольшого озера – несколько километров в диаметре. В настоящее время такие гидроаккумулирующие станции существуют и, как правило используют, естественный рельеф местности и естественные водоемы. За счет «ночной энергии» вода насосами закачивается наверх,

днем спускается вниз и, с помощью тех же насосов, уже и с помощью тех же насосов (уже использующихся как генераторы) вырабатывает электрический ток.

Другой вариант – использование литиевых аккумуляторов большой емкости. Но такие аккумуляторы дороги и требуют замены каждые 5-6 лет. Можно сжимать воздух, а потом сжатый воздух будет вращать турбины генератора. Удобно делать там, где есть возможность опустить пневмоаккумуляторы под воду на глубину не менее 100 м.

Еще один способ использующихся использования «ночной» энергии – создание постоянного потребителя «ночной» энергии. Это может быть, например, комплекс теплиц для выращивания овощей. За счет ночной энергии теплицы обогреваются и освещаются, днем они не используют энергию АЭС.