

ЗАДАНИЕ ПО ФИЗИКЕ
ВАРИАНТ 27881 для 8-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 – 1кВт, 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. Одноклассники Петя, Дима, Катя и Света участвуют в лыжной эстафете. В паре Петя-Катя первую половину пути бежит Петя, затем он передаёт эстафетную палочку Кате, которая бежит вторую половину. В паре Дима-Света, стартующей одновременно с парой Петя-Катя, первую половину пути бежит Света, а вторую - Дима. После старта сначала первая пара наращивала отрыв между лидером и отстающим, потом, в течение времени $t = 6$ минут расстояние не менялось, потом расстояние сократилось до нуля (Катя и Дима пришли к финишу одновременно). Сколько времени бежала Света? Скорости мальчиков на 30% больше скоростей девочек.

Решение:

Очевидно, что скорости мальчиков равны и составляют 1,3 от скоростей девочек, которые

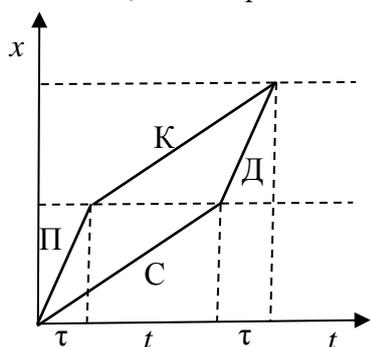
тоже равны между собой. Время Светы (см. рисунок)

$$t_c = t + \tau.$$

$$1,3v\tau = v(t + \tau)$$

$$\tau = \frac{t}{1,3 - 1} = \frac{t}{0,3}$$

$$t_c = t + \frac{t}{0,3} = \frac{13}{3}t = \frac{13}{3}6 = 26 \text{ мин}$$



Ответ: 26 минут.

3. Одноклассники Петя и Катя изучают падение шариков от подшипника в глицерине. Между ними возник спор, какие шарики падают с большей скоростью: большие или маленькие? Петя считает, что маленькие, потому что сила сопротивления F_c (как им рассказали на факультативе по физике) пропорциональна радиусу R и скорости v : $F_c = \beta Rv$, $\beta = \text{const}$, то есть чем больше радиус шарика, тем больше сила сопротивления. Катя считает, что быстрее падают большие шарики, потому что они тяжелее. Кто из них прав? Объясните вашу точку зрения.

Решение:

Масса шарика и Архимедова сила пропорциональны объёму, который (из соображений размерности) пропорционален R^3 , примем $V = \alpha R^3$, $\alpha = \text{const}$. Тогда условие установившегося (равномерного) движения:

$$\rho_{\text{ш}} \alpha R^3 g = \rho_{\text{в}} \alpha R^3 g + \beta v R$$

$$v = \frac{\alpha g}{\beta} (\rho_{\text{ш}} - \rho_{\text{в}}) R^2 = \text{const} \cdot R^2 \rightarrow \text{права Катя}$$

Ответ: Катя.

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. **Гидроаккумулирующая электростанция (ГАЭС)** — гидроэлектростанция, которая даёт возможность выравнять суточную неоднородность графика электрической нагрузки. ГАЭС использует обратимые гидроэлектроагрегаты, которые способны работать как в режиме генераторов, так и в режиме насосов. Во время ночного провала энергопотребления ГАЭС получает из энергосети дешёвую электроэнергию и расходует её на перекачку воды в верхний бьеф (насосный режим). Во время утреннего и вечернего пиков энергопотребления ГАЭС сбрасывает воду из верхнего бьефа в нижний, вырабатывает при этом электроэнергию, которую отдаёт в энергосеть (генераторный режим).

Загорская ГАЭС у посёлка Богородское в Сергиево-Посадском районе Московской области является крупнейшей ГАЭС в России. Первая очередь Загорской ГАЭС мощностью 1200 МВт была построена в 1980—2003 годах. В настоящее время ведётся строительство второй очереди мощностью 840 МВт.

В машинном зале здания ГАЭС размещены 6 вертикальных обратимых гидроагрегатов, состоящих из насосотурбин и двигателей-генераторов. Суммарная электрическая мощность в режиме генерации 1200 МВт, в насосном режиме - 1320 МВт.

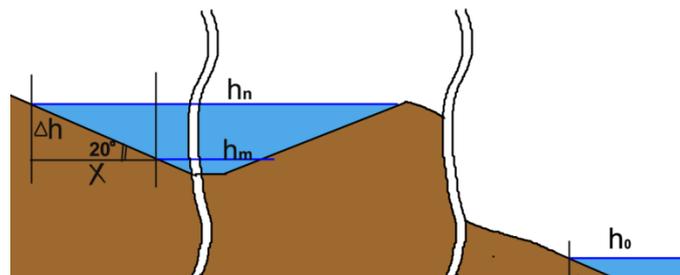
Верхний аккумулирующий бассейн (водохранилище) первой очереди Загорской ГАЭС позволяет осуществлять работу ГАЭС на полной мощности в течение 4 часов 20 минут.

Отметка нормального подпорного уровня верхнего бассейна составляет 266,5 м, уровня мёртвого объёма (минимально возможный) — 257,5 м. Бассейн имеет вытянутую с востока на запад форму, площадь зеркала — 2,6 км². Бассейн образован с помощью грунтовых дамб общей длиной около 9 км. Чтобы грунтовую дамбу не размывало, её уклон должен быть не более 20 градусов.

Нижний аккумулирующий бассейн представляет собой водохранилище, созданное путём перекрытия реки Кунья грунтовой плотиной, отметка нормального подпорного уровня — 162,5 м.

Найдите время заполнения верхнего бассейна после его полной выработки. КПД гидроагрегатов в режиме генерации и в насосном режиме не изменяется. Формы профилей дна верхнего и нижнего аккумулирующих бассейнов считать одинаковыми.

Решение.



Рассчитаем рабочий объём воды в бассейне ГАЭС, т.е. объём воды, находящейся между минимально возможным уровнем h_m и нормальным подпорным уровнем h_n . Его можно рассчитать, вычитая объём грунтовой дамбы.

Олимпиада школьников «Надежда энергетики». Заключительный этап.

Из рисунка следует, что $x = \Delta h / \operatorname{tg}(20^\circ) = (266.5 - 257.5) / 0.364 = 24.7$ м,

$$V = S \cdot \Delta h - \frac{x \cdot \Delta h \cdot L}{2} = 2.6 \cdot 10^6 \cdot 9 - \frac{24.7 \cdot 9 \cdot 9000}{2} = 23.4 \cdot 10^6 - 1 \cdot 10^6 = 22.4 \cdot 10^6 \text{ м}^3.$$

Напор воды, перетекающей из верхнего бассейна в нижний $h = h_n - h_0 = 266.5 - 162.5 = 104$ м.

Потенциальная энергия воды, перетекающей из верхнего бассейна в нижний, может быть определена как mgh , поскольку профили дна бассейнов одинаковы:

$$E = \rho Vgh = 10^3 \cdot 22.4 \cdot 10^6 \cdot 10 \cdot 104 = 2.33 \cdot 10^{13} \text{ Дж}$$

Время работы станции в генераторном режиме $t_r = 4$ часа 20 минут $= 1.56 \cdot 10^4$ с

$$\text{КПД генератора} = (P_r \cdot t_r) / E$$

$$\text{КПД насоса} = E / (P_n \cdot t_n)$$

$$(P_r \cdot t_r) / E = E / (P_n \cdot t_n)$$

$$t_n = E^2 / (P_r \cdot t_r \cdot P_n) = (2.33 \cdot 10^{13})^2 / (1.2 \cdot 10^9 \cdot 1.32 \cdot 10^9 \cdot 1.56 \cdot 10^4) = 2.197 \cdot 10^4 \text{ с} = 366 \text{ мин} = 6 \text{ ч } 6 \text{ мин}$$

Ответ: 6 ч 6 мин.