

Всероссийская олимпиада школьников II

(муниципальный) этап Физика 10 класс

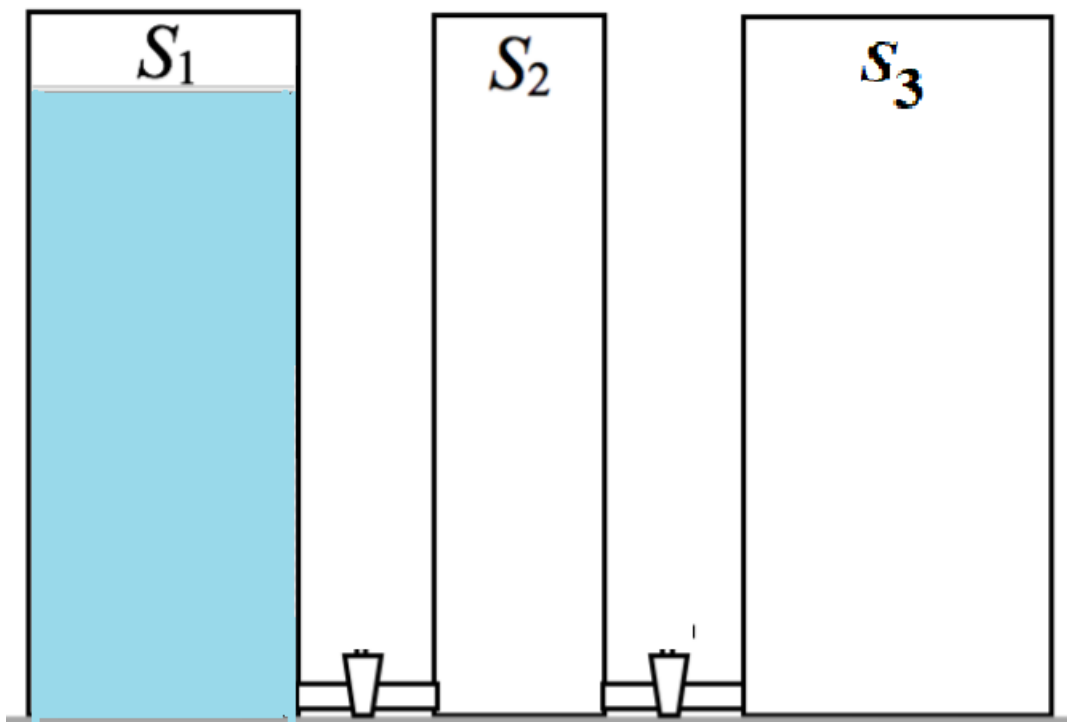
Общее время выполнения работы – 2 часа 30 минут.

При выполнении работы можно пользоваться

непрограммируемым калькулятором.

Задача 1

Имеются три цилиндрических сообщающихся сосуда см рис. В первоначальном состоянии полным является первый сосуд оба крана закрыты. Открывают первый кран между 1 и 2 сосудом. После установления уровня заполнения закрывают первый кран и открывают второй. Определить уровни жидкости в каждом сосуде, если первоначальный уровень в первом сосуде $h_1 = 1$ м, Площадь сечения первого сосуда $S_1 = 15$ см², второго - $S_2 = 10$ см², третьего – $S_3 = 20$ см².



Решение

После открытия крана между 1 и 2 сосудом установится уровень $h_1 * S_1 = H_1 * (S_1 + S_2)$

$H_1 = h_1 * S_1 / (S_1 + S_2) = 15 / 25 = 0.6$ м после закрытия 1 крана этот уровень сохранится в 1 сосуде.

После закрытия 1 крана и открытия 2 крана во 2 и 3 сосудах установится одинаковый уровень $H_1 * S_2 = H_{23} * (S_2 + S_3)$ $H_{23} = H_1 * S_2 / (S_2 + S_3) = h_1 * S_1 * S_2 / (S_1 + S_2) / (S_2 + S_3) = 0.2$ м.

Критерии оценки

Определен уровень жидкости в 1 сосуде – 4

Определен уровень жидкости во 2 сосуде – 3

Определен уровень жидкости в 3 сосуде – 3

Мах 10

Задача 2

Как и во сколько раз изменится емкость плоского воздушного конденсатора C_0 после заполнения пространства между обкладками двумя диэлектрическими пластинами равной толщины $d/2$ с диэлектрическими проницаемостями ϵ_1 и ϵ_2 . Площади обкладок и пластин одинаковы.

Решение

Ёмкость плоского конденсатора $C_0 = \epsilon \epsilon_0 S/d$ при $\epsilon=1$ $C_0 = \epsilon_0 S/d$

После внесения диэлектрических пластин на их краях возникает наведенный заряд и конденсатор с 2 пластинами можно представить, как 2 последовательно соединенных конденсатора с общей емкостью $1/C=1/C_1+1/C_2$, или $C=C_1 C_2/(C_1 + C_2)$

$C_1 = \epsilon_1 \epsilon_0 S/(d/2)= 2\epsilon_1 \epsilon_0 S/d$ $C_2 = \epsilon_2 \epsilon_0 S/(d/2)=2\epsilon_2 \epsilon_0 S/d$

$C=C_1 C_2/(C_1 + C_2)= \epsilon_1 \epsilon_2 (2\epsilon_0 S/d)^2 /(\epsilon_1 + \epsilon_2)/(2\epsilon_0 S/d)= 2\epsilon_1 \epsilon_2 (\epsilon_0 S/d) /(\epsilon_1 + \epsilon_2)= 2\epsilon_1 \epsilon_2 C_0/(\epsilon_1 + \epsilon_2)$

Очевидно, при $\epsilon_1 = \epsilon_2=1$ $C= C_0$, в других случаях емкость повышается в $2\epsilon_1 \epsilon_2 /(\epsilon_1 + \epsilon_2)$ раза

Критерии оценки:

Формула плоского воздушного конденсатора – 2

Формула конденсатора с пластинами – 4

Правильность расчетов – 4

Мах 10

Задача 3

Василий включил чайник (начальная температура чайника и воды 20°C), содержащий 1.5 л воды, и не оснащенный автоматическим выключением и вышел из комнаты. Сопротивление спирали чайника равно 8.0667 Ома. Теплоемкость чайника $45 \text{ Дж}/^\circ\text{C}$. Напряжение питания электрической сети 220 В (переменный ток). Какая масса воды выкипела, если Василий вернулся через 5 минут? (удельная теплоемкость воды удельная теплоемкость $4200 \text{ Дж}/(\text{кг}^\circ\text{C})$, удельная теплота испарения $2.3 \text{ МДж}/\text{кг}$). Теплотерями пренебречь.

Решение

Согласно закону Джоуля-Ленца получим мощность чайника

$$W = \frac{1}{2} \frac{U^2}{R} = 3 \text{ кВт. Нагревание воды и чайника до температуры кипения}$$

займет $t_1 = \frac{(cm + c_k) \Delta t}{W} = 169.2 \text{ с}$ или 2.82 мин. Остальное время выкипает

вода. Масса воды, которая выкипела:

$$m_1 = \frac{W(t - t_1)}{Q} = 0.1706 \text{ кг}$$
 или 170.6 г.

Критерии оценки

Мощность чайника – 3

Вывод формулы для времени закипания – 3

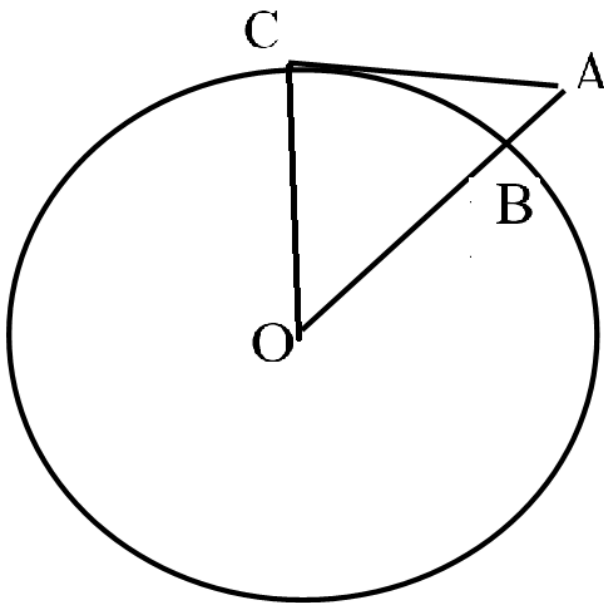
Определение массы выкипевшей воды – 4

Мах 10

Задача 4

Народная мудрость гласит: «Если солнце садится в тучи, утром будет дождь». Определить направление и оценить скорость ветра, считая высоту туч 2 км, ночь – 10 ч.

Решение



Наблюдатель находится в точке С (см рис.) ВА – высота туч h . Солнце садится на западе, (можно принять на северо-западе), следовательно, направление ветра западное, можно принять северо-западное или юго-западное.

Для определения скорости ветра нам необходимо оценить расстояние $s=СА$, которое тучи проходят за $t=10$ ч. Это катет прямоугольного треугольника со вторым катетом $R = 6400$ км – радиус Земли.

$$(R+h)^2 = R^2 + s^2$$

$$s = \sqrt{(R+h)^2 - R^2} \approx \sqrt{2hR} = 160 \text{ км}$$

$$V = s/t = 16 \text{ км/ч} = 4.4 \text{ м/с}$$

Критерии оценки

Определено направление скорости ветра – 3

Оценено расстояние до туч - 4

Определена скорость – 3

Мах 10

Задача 5

Провод постоянного сечения разрезали на несколько одинаковых частей. Начальное сопротивление проводника $R_0 = 25$ Ом. Все части провода соединили параллельно, получили сопротивление $R_1 = 1$ Ом. Найти на сколько частей n разрезали провод. Какое сопротивление R_2 проводника, составленного из n последовательных частей провода?

Решение

Сопротивление каждой части провода R_0/n , так как длина проводника уменьшилась в n раз, а сечение осталось тем-же. После соединения параллельно n проводников сопротивления R_0/n каждый $R_1 = R_0/n / n$.

$$n = \sqrt{R_0 / R_1} = 5$$

После последовательного соединения частей проводника получаем сопротивление общего провода с сопротивлением $R_0 = 25$ Ом.

Критерии оценки

Определение сопротивления каждой части провода – 2

Определение R_1 -3

Определение n - 3

Определение R_2 – 2

Мах 10