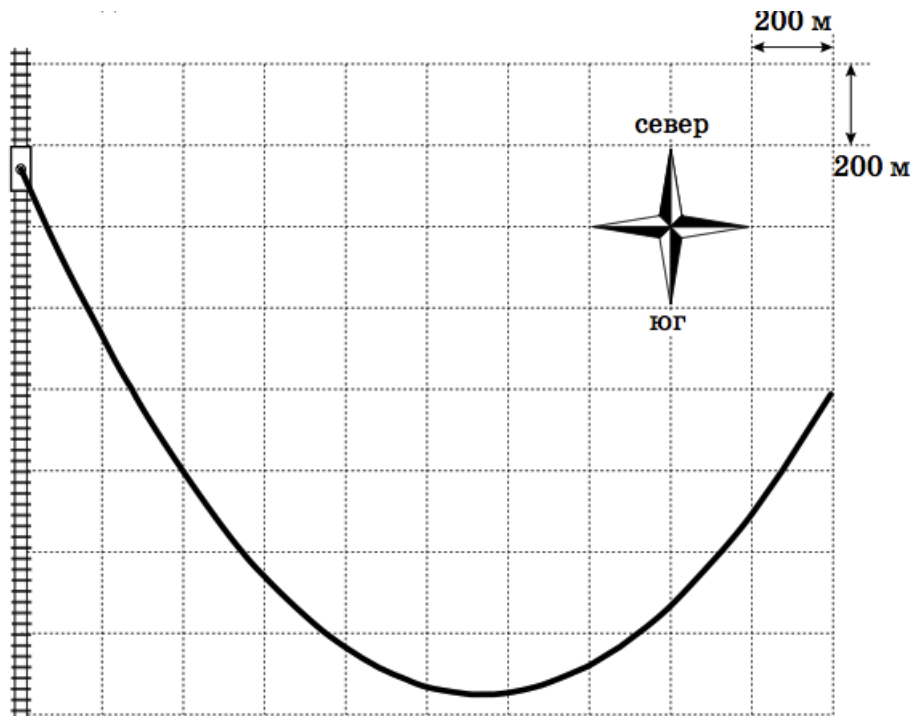


Всероссийская олимпиада школьников по физике

9 класс, заключительный этап, 2017/18 год

ЗАДАЧА 1. При проведении аэрофотосъёмки местности в кадр попал шлейф дыма от паровоза, начавшего своё движение из состояния покоя с постоянным ускорением $a = 0,05 \text{ м/с}^2$ по прямому участку железной дороги. На фотографии виден весь шлейф от самого начала движения. Одной клетке соответствует расстояние 200 м.

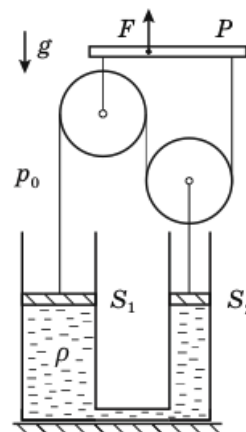


Считая скорость ветра постоянной, определите:

- 1) в каком направлении двигался паровоз;
- 2) под каким углом α к железной дороге дул ветер;
- 3) скорость ветра v_0 ;
- 4) минимальную скорость ветра v_{\min} относительно паровоза;
- 5) время движения паровоза τ от начала движения до момента съёмки;
- 6) расстояние s , которое прошел паровоз от начала движения до момента съёмки.

$$\alpha = 30^\circ; v_0 = 10 \text{ м/с}; v_{\min} = 5 \text{ м/с}; \tau = 400 \text{ с}; s = 4000 \text{ м}$$

ЗАДАЧА 2. В двух сообщающихся сосудах, площади сечения которых S_1 и S_2 , находится жидкость плотностью ρ . Сосуды герметично закрыты поршнями, которые могут перемещаться под действием системы блоков и нерастяжимых нитей, связанных с рычагом P (см. рисунок). Вначале нити не натянуты и не провисают, а поршни соприкасаются с жидкостью. Рычаг медленно смещают вверх на небольшое расстояние h так, что он остается горизонтальным, а нити — вертикальными.



1) В предположении, что $S_1 > S_2$, определите, в каких направлениях и на какие расстояния сместятся поршни. Какую силу F_1 необходимо прикладывать к рычагу, чтобы удерживать его после смещения на расстояние h ?

2) Какая сила F_2 потребуется для перемещения рычага вверх на расстояние h при $S_2 = 2S_1$?

Массами рычага, блоков, нитей и поршней можно пренебречь. Трения нет. Сосуды от подставки не отрываются. Давление паров жидкости гораздо меньше атмосферного давления p_0 . Ускорение свободного падения g .

$$F_1 = \rho g h \left(\frac{S_1^2 - S_2^2}{S_1 + S_2} \right) \quad F_2 = \rho g h \frac{S_1}{2} = \rho g h \frac{S_1 - S_2}{2} = \rho g h \frac{S_1 - 2S_1}{2} = -\rho g h \frac{S_1}{2}$$

ЗАДАЧА 3. Кусок пластилина массой m , упав без начальной скорости с некоторой высоты, прилип к бруску такой же массы, движущемуся по горизонтальной поверхности с постоянной скоростью $v_0 = 4$ м/с под действием постоянной горизонтальной силы. Коэффициент трения между бруском и поверхностью $\mu = 0,2$. Определите скорость v_1 бруска через время $t_1 = 1$ с после начала падения пластилина. Постройте график зависимости скорости бруска v от времени t после начала падения пластилина для двух случаев: а) с высоты $h_a = 10$ м; б) с высоты $h_b = 25$ м, указав на нём координаты характерных точек.

Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивлением воздуха пренебречь.

$$\text{анализ: } \left. \begin{array}{l} v_0 > v \text{ и } g > \mu g \\ v_0 < v \text{ и } g < \mu g \end{array} \right\} \begin{array}{l} v(t) = (v_0 - \mu g)t \\ v(t) = v_0 \end{array}$$

ЗАДАЧА 4. В пустой теплоизолированный сосуд наливают воду при температуре $t_0 = 20^\circ\text{C}$ струйкой с массовым расходом $\mu = 2,0$ г/с. Когда в сосуде оказывается $m = 100$ г воды, в нём включается нагреватель мощностью $N = 200$ Вт. Температура содержимого сосуда измеряется помещённым в него ртутным термометром.

Определите:

1) через какое время τ_1 с момента включения нагревателя температура воды в сосуде увеличится до $t_1 = 30^\circ\text{C}$;

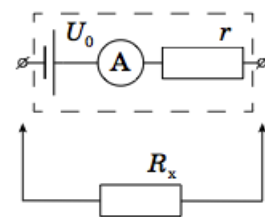
2) до какой максимальной температуры t_{max} сможет нагреться содержимое сосуда.

Выведите зависимость скорости v подъёма столбика ртути термометра от времени τ с момента включения нагревателя, если на его шкале расстояние между отметками t_0 и t_1 равно $l = 2,0$ см. Определите скорость подъёма столбика при температуре t_1 .

Удельная теплоёмкость воды равна $c = 4200$ Дж/(кг·°C). Процессы теплообмена происходят быстро, теплоёмкости термометра и сосуда малы.

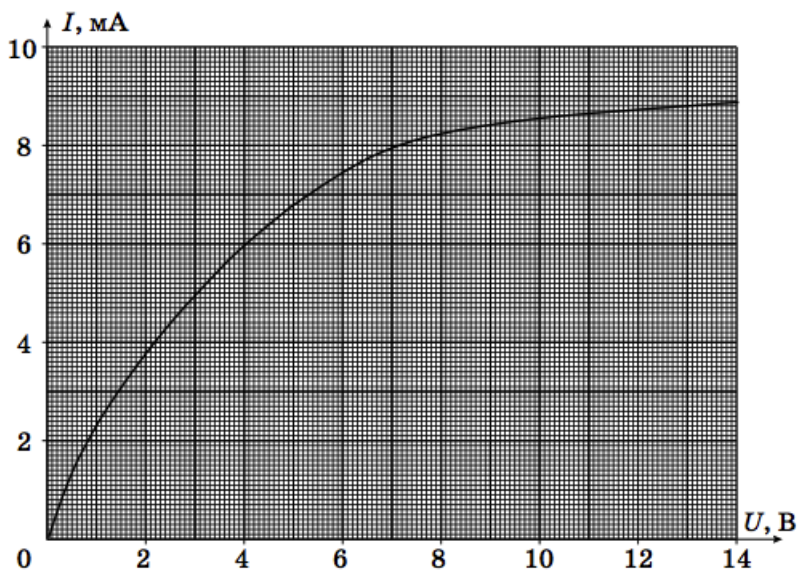
$$v = \frac{N}{\rho g l} \left(\frac{t_1 - t_0}{t_1} \right) = \frac{200}{1000 \cdot 9,8 \cdot 0,02} \left(\frac{30 - 20}{30} \right) = 1,02 \text{ м/с}$$

ЗАДАЧА 5. По упрощённой модели омметр состоит из соединённых последовательно идеального источника постоянного напряжения U_0 , резистора сопротивлением r и идеального амперметра (см. рисунок). При подключении к омметру резистора сопротивлением R_x показания амперметра автоматически пересчитываются так, что на цифровом табло прибора отображается значение сопротивления подключенного резистора.



Омметр при подключении к нелинейному элементу Z , вольт-амперная характеристика которого приведена ниже, показывает сопротивление $R_z = 800$ Ом. Если параллельно к элементу Z подключить резистор сопротивлением $R = 1,0$ кОм, омметр покажет значение $R_1 = 400$ Ом. Определите напряжение U_0 источника омметра и его сопротивление r . Найдите показания омметра R_2 при подключении к нему нелинейного элемента Z и резистора сопротивлением R , соединённых последовательно.

Примечание. Необходимые для решения построения выполните на выданном отдельном бланке и сдайте его вместе с работой.



$$U_0 = 12 \text{ В}; r = 800 \text{ Ом}; R_z = 1,6 \text{ кОм}$$

Ответ к задаче 3

