

**Олимпиадная работа**  
**школьного этапа всероссийской олимпиады школьников**  
**по физике**  
**обучающегося 10 класса**  
**муниципального бюджетного общеобразовательного учреждения**  
**средней общеобразовательной школы № 31 со спортивным уклоном**  
**города Пятигорска Ставропольского края**

шифр

10-02

Курочкин Леонид Иванович  
Ф.И.О. участника

Педагог-наставник:  
учитель физики  
муниципального бюджетного  
общеобразовательного учреждения  
средней общеобразовательной школы  
№31 со спортивным уклоном города  
Пятигорска Ставропольского края  
Леонид Иванович Курочкин

09 октября 2020 года

**Всероссийская олимпиада школьников по физике  
(2020-2021уч.г.)  
Школьный этап  
10 класс**

**Задача 1.**

Автомобиль, едущий по шоссе с постоянной скоростью 54 км/ч, проезжает мимо второго автомобиля, стоящего на соседней полосе. В этот момент второй автомобиль трогается с места и начинает ехать за первым, двигаясь с постоянным ускорением  $5 \text{ м/с}^2$ . За какое время второй автомобиль догонит первый? Какую скорость он будет иметь в момент, когда поравняется с первым? Автомобили считать материальными точками.

**Задача 2**

Полая металлическая сфера массой  $m$  и радиусом  $R$  всплывает со дна озера с постоянной скоростью. Какой массы груз нужно поместить внутрь сферы, чтобы она погружалась с такой же по модулю скоростью? Сила сопротивления, действующая на шар со стороны жидкости, зависит только от скорости шара относительно жидкости и направлена противоположно этой скорости. Плотность жидкости  $\rho$ , объём сферы

равен  $V = \frac{4}{3}\pi R^3$ .

**Задача 3**

В частных домах иногда используют проточный водонагреватель, в случае если к дому не подведены трубы с горячей водой. Температура холодной воды, идущей из крана, равна  $14^\circ\text{C}$ , а температура текущей из душа воды (которая «прошла» через нагреватель), равна  $40^\circ\text{C}$ . Определите объёмный расход воды в душе (в литрах в минуту), если потребляемая мощность водонагревателя  $5 \text{ кВт}$ , а его КПД равен  $80\%$ . Удельная теплоёмкость воды  $4200 \text{ Дж/кг}^\circ\text{C}$ , плотность воды  $1000 \text{ кг/м}^3$ . При работе проточного водонагревателя вся втёкшая в него холодная вода подогревается и сразу же вытекает наружу.

**Задача 4**

Точечное тело бросают с поверхности Земли под некоторым углом к горизонту. Определите, при каких значениях этого угла кинетическая энергия тела в течение всего времени полёта будет больше его потенциальной энергии. Потенциальная энергия на поверхности Земли равна нулю; сопротивлением воздуха можно пренебречь.

№1.

Дано:  
 $v_1 = 54 \text{ км/ч}$   
 $a_2 = 5 \text{ м/с}^2$   
 $a_1 = 0 \text{ м/с}^2$   
 $v_{02} = 0 \text{ м/с}$

СИ  
 $15 \text{ м/с}$

Решение:

Т.к. нам известен промежуток времени, который второй автомобиль догонит первый, т.е. их встретит за этим, то будем рассуждать так: в этот момент, как автомобили поравнялись.

В этот момент  $v_1 = 15 \text{ м/с}$ ,  $v_{02} = 0 \text{ м/с}$ . Пусть автомобили встретятся через время  $t_{\text{встр}}$ , которое будет одинаково для обоих автомобилей, иными словами через время, когда они встретятся со вторым. Тогда обозначим за  $S$  путь, который они проехали от того момента, когда встретятся.

$$\begin{cases} S = v_1 \cdot t_{\text{встр}} \\ S = \frac{v_2^2 - v_{02}^2}{2a_2} \end{cases}$$

из формулы  $a_2 = \frac{v_2 - v_{02}}{t}$  выразим  $t_{\text{встр}}$

т.к.  $v_{02} = 0 \text{ м/с}$ , то  $v_2 = a_2 t \Rightarrow$   
 $\Rightarrow S = \frac{(a_2 t)^2 - 0^2}{2a_2}$

$$\begin{cases} S = \frac{a_2 t_{\text{встр}}^2}{2} \\ S = v_1 \cdot t_{\text{встр}} \end{cases} \Rightarrow \frac{a_2 t_{\text{встр}}^2}{2} = v_1 \cdot t_{\text{встр}} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow t_{\text{встр}}^2 = \frac{2v_1 \cdot t_{\text{встр}}}{a_2} \Leftrightarrow t_{\text{встр}} = \frac{2v_1}{a_2}$$

$$t_{\text{встр}} = \frac{2 \cdot 54 \text{ км/ч}}{5 \text{ м/с}^2} = 6 \text{ с.}$$

$$v_2 = a_2 \cdot t_{\text{встр}} = 5 \text{ м/с}^2 \cdot 6 \text{ с} = 30 \text{ м/с.}$$

Ответ  $t_{\text{встр}} = 6 \text{ с.}, v_2 = 30 \text{ м/с.}$

№2.

Дано:  
 $m = m$   
 $r = R$   
 $v_1 = \text{const}$   
 $\rho = \rho$   
 $V = \frac{4}{3} \pi R^3$   
 $m_1 = ?$

Решение:

из условия задачи следует, что на шаре сверху есть ось  $OY$  по которой сила Архимеда  $F_A$  и сила тяжести  $F_{\text{тяж}}$ .

Введем ось  $OY$ , направ. вверх, то есть по первоначальному направлению скорости шара. Пусть она направлена вверх. Тогда ось направлена вверх, т.к. шар движется вверх, то  $|F_A| > |F_{\text{тяж}}|$ .  
 $F_A$  направ. вверх,  $F_{\text{тяж}}$  - вниз.



$$\vec{v}_1 = \vec{F}_A + \vec{F}_{\text{тяж}}$$

$$v_{1y} = F_{Ay} - F_{\text{тяж}y}$$

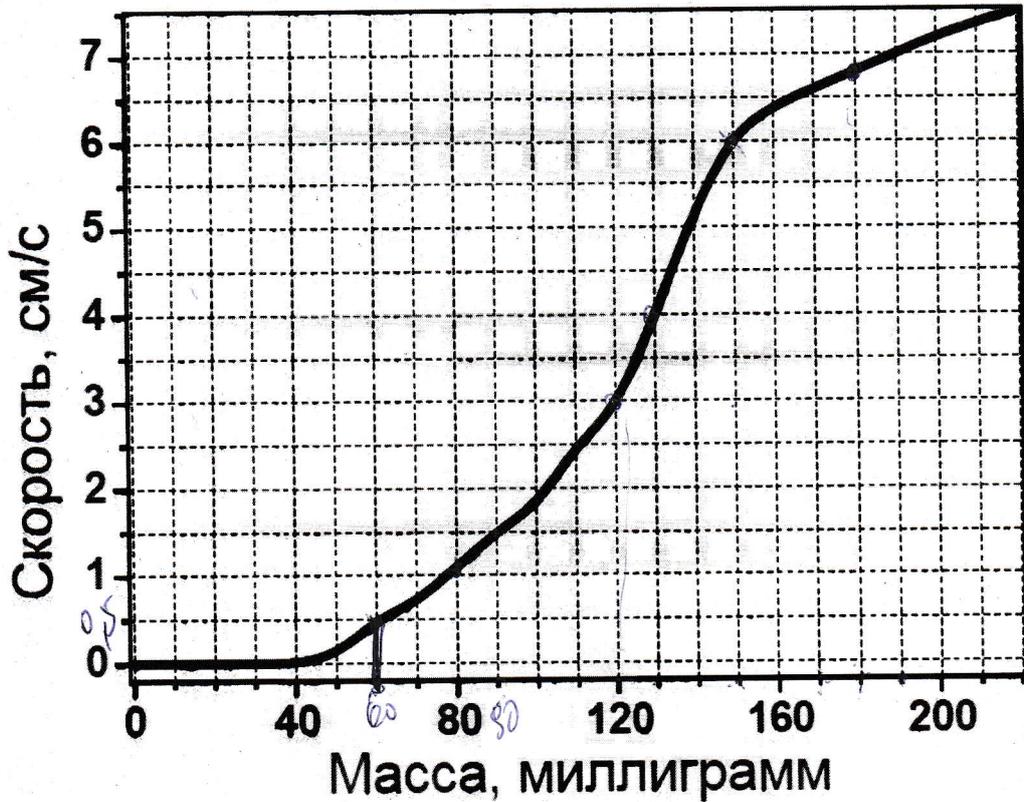
т.к. при добавлении груза сверху объем не уменьшается, то сила Архимеда тоже не уменьшается. Значит, то что первоначально получалось с такой же скоростью вниз, нулю, тогда  $F_{\text{тяж}}$  увеличилась на  $2(F_A - F_{\text{тяж}})$ . и т.к.  $F_{\text{тяж}}$  напрямую зависит от массы, то масса должна увеличиться на  $2(F_A - F_{\text{тяж}})$ , а это и есть груз.  $\Rightarrow$

$$\Rightarrow m_1 = 2(F_A - F_{\text{тяж}}) = 2(\rho V - mg) = 2g\left(\frac{4}{3}\pi R^3 - m\right)$$

Ответ:  $m_1 = 2g\left(\frac{4}{3}\pi R^3 - m\right)$

### Задача 5.

После небольшого дождя на оконном стекле высотой 1,5 м осталось много одинаковых неподвижных капель воды. На самом верху стекла две капли оказались рядом, и они слились в одну, бóльшую каплю. Эта капля стала двигаться вниз по стеклу со скоростью 0,5 см/с, практически не оставляя следов на стекле. Затем эта капля слилась с еще одной. Увеличившаяся капля продолжила движение вниз и т.д. Зависимость средней скорости сползания капли от ее массы приведена на графике ниже. С помощью графика определите, за какое время эта капля дойдет до нижнего края стекла. Считать, что движущаяся капля встречает неподвижную каплю примерно через каждые 30 см.



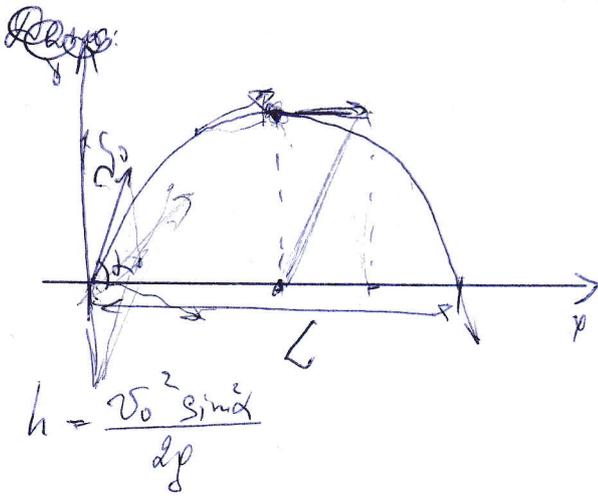
р.5.

из графика можно сделать вывод, что масса первой капли равна  $m = 60 \text{ мг} = 30 \text{ см}$   
 $1,5 \text{ м} = 150 \text{ см}$   
~~Скорость 0,5 см/с, масса 60 мг, скорость 1,5 см/с, масса 120 мг, скорость 3 см/с, масса 150 мг, скорость 6 см/с, масса 200 мг, скорость 7 см/с.~~

**Желаем удачи!**

первые 30 см две капли, слившиеся вместе прошли за  $\frac{30 \text{ см}}{0,5 \text{ см/с}} = 60 \text{ с}$ , т.е.  $t_1 = 60 \text{ с}$   
 из графика определим время, что скорость третьей капли  $v_3 = 1,5 \text{ см/с} \Rightarrow t_2 = \frac{30 \text{ см}}{1,5 \text{ см/с}} = 20 \text{ с}$   
 отсюда из графика,  $v_4 = 3 \text{ см/с} \Rightarrow t_3 = \frac{30 \text{ см}}{3 \text{ см/с}} = 10 \text{ с}$   
 $v_5 = 6 \text{ см/с} \Rightarrow t_4 = \frac{30 \text{ см}}{6 \text{ см/с}} = 5 \text{ с}$   
 ~~$v_6 = 6,75 \text{ см/с} \Rightarrow t_5 = \frac{30 \text{ см}}{6,75 \text{ см/с}} = 4,4 \text{ с}$~~   
 Ввиду к этому времени  $30 \text{ см} + 30 \text{ см} + 30 \text{ см} + 30 \text{ см} = 120 \text{ см}$   
 $v_6 = 6,75 \text{ см/с} \Rightarrow t_5 = \frac{30 \text{ см}}{6,75 \text{ см/с}} \approx 4,4 \text{ с}$   
 $t_{\text{общ}} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 = 60 \text{ с} + 20 \text{ с} + 10 \text{ с} + 5 \text{ с} + 4,4 \text{ с} = 99,4 \text{ с}$   
 Ответ: 99,4 с.

~4.



$$E_k = \frac{mv^2}{2}$$

$$E_n = mgh$$

$$E_k > E_n \quad \text{?}$$

$$\frac{mv^2}{2} > mgh$$

$$mv^2 > 2mgh$$

$$v^2 > 2gh$$

$$h < \frac{v^2}{2g}$$

$$\frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} < \frac{v^2}{2g}$$

$$v_0^2 \sin^2 \alpha < v^2$$

$$v_0 \sin \alpha < v$$

$$\sin \alpha < \frac{v}{v_0}$$

$$\sin \alpha < 1$$

$$\alpha < 90^\circ$$

Answer: upon maximum height, <sup>at 90 degrees</sup>  $E_k < E_n$

ham