

Олимпиада «Формула Единства» / «Третье тысячелетие»

Физика, 8 класс, 2021 год

1. У Вани было $m = 162$ г вкусной, но горячей для него ($T_1 = 55^\circ\text{C}$) каши. Веня, чтобы помочь брату, положил в кашу холодный ($T_2 = -10^\circ\text{C}$) рассыпчатый снежок объёма $V = 35$ см³. В результате каша остыла до $T = 35^\circ\text{C}$. Каким был объём (практически невесомого) воздуха в снежке?

Примечание. Плотность льда $\rho = 0,9$ г/см³, теплоёмкость льда $c_{\text{л}} = 2100$ Дж/(кг · °C), воды $c_{\text{в}} = 4200$ Дж/(кг · °C), каши $c_{\text{к}} = 3500$ Дж/(кг · °C), удельная теплота плавления льда $\lambda = 336000$ Дж/кг.

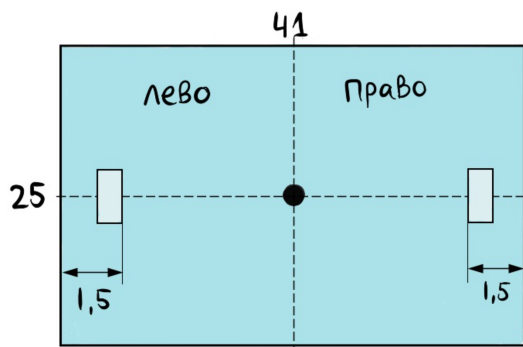
объём воздуха в снежке был 10 см³

2. Капля дождя имеет диаметр 2 мм и падает со скоростью около 5 м/с. Оцените, на какое расстояние за сутки «упадёт» облако, если оно состоит из капелек размера 0,01 мм.

Считайте, что восходящих или нисходящих потоков атмосферы возле облака нет. Известно, что сила сопротивления капле при её движении сквозь облако задаётся формулой $F = kRv$, где R — радиус капли, v — её скорость, а k — коэффициент, который при заданной плотности атмосферы можно считать постоянным.

облако упадёт на расстояние порядка 10 м

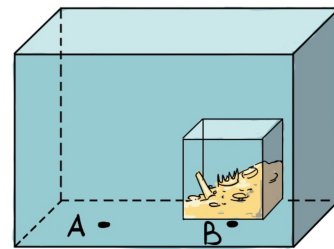
3. Паша ударил вправо по шайбе, располагавшейся в центре прямоугольной хоккейной площадки $a \times b = 41 \times 25$ м² (на рисунке изображены поле, ворота и шайба, вид сверху). Но шайба, заскользив по льду, не попала в правые ворота, а, каким-то образом отскочив от бортов, попала по кратчайшей траектории ровно в середину левых ворот. Какой длины путь проделала шайба?



Примечание. Шайба не вращалась и от бортов отскакивала «правильно» — то есть угол подлёта шайбы был равен углу отскока; расстояние от центра ворот до борта $h = 1,5$ м.

кратчайшая траектория шайбы имеет длину 65 м

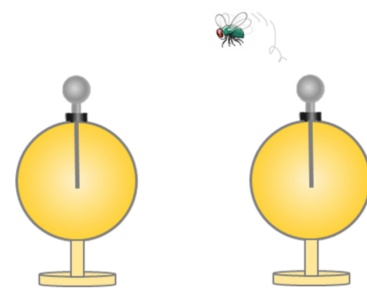
4. Папа-кладоискатель нашёл герметично закрытый прямоугольный сундук с сокровищами (размеры сундука $a \times b \times h$, где h — высота) и спрятал его на дне бассейна площади S , в котором аппаратура всегда поддерживает постоянное количество воды. Для контроля за кладом папа поставил на дне бассейна два датчика давления: в точке A — просто на дне, и в точке B — под сундуком. Первый датчик изначально показывал $P_A = P_1$, а второй — $P_B = P_2$. Сын кладоискателя ночью нырнул в бассейн, нашёл клад, открыл сундук и забрал из него столько драгоценностей, сколько смог унести. Утром датчики показали $P_A = P_3$ и $P_B = P_4$. Найдите массу драгоценностей, которые унёс сын.



Примечание. Считайте, что под сундуком везде одинаковое давление.

$$\frac{b}{S(P_1 - P_2)} + \frac{b}{q \nu (P_3 - P_4 - P_2 + P_1)}$$

5. В лаборатории стоит два одинаковых электрометра (по сути — два металлических шарика с приделанной к каждому стрелкой-индикатором количества заряда в условных единицах). Стрелка 1-го электрометра показывала 45 единиц заряда, 2-го — ноль. На 1-й электрометр села незаряженная, но электропроводящая муха, потом перелетела на 2-й электрометр, а затем взлетела, после чего 2-й электрометр показал 10 единиц заряда.

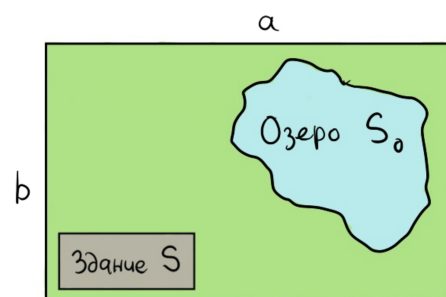


1. Какой заряд при этом мог остаться у мухи?
2. Какой заряд может быть у мухи, если она очень много раз будет летать с одного электрометра на другой?

Примечание. Считайте, что заряд не стекает ни в воздух, ни куда-либо вовне.

$$\frac{1}{5} \text{ ед. заряда}, \frac{2}{9} \text{ ед. заряда или } \frac{1}{20} \text{ ед. заряда}, \frac{2}{22,5} \text{ ед. заряда}$$

6. Огороженная территория лагеря «Формула Единства» представляла собой прямоугольник площади $a \times b = 1,5 \times 0,8 \text{ км}^2$, на которой располагалось большое озеро площади $S_0 = 0,6 \text{ км}^2$ и здание площади $S = 0,1 \text{ км}^2$. Некоторый день в лагере школьники объявили днём полной свободы — все вожатые ушли из лагеря, а школьники стали поступать как хотят. Треть школьников осталась в здании, а остальные выбежали из него и стали бегать в произвольных направлениях со средней скоростью $V_1 = 10 \text{ км/ч}$.



Если школьник добежал до здания или ограждения лагеря, он упруго отразился от него и бежал дальше с той же скоростью. Если школьник добежал до берега озера, он прыгал в него и плыл в случайном направлении со средней скоростью $V_0 = 2 \text{ км/ч}$, и, когда доплывал до берега, вылезал и бежал в случайном направлении дальше снова со скоростью V_1 .

Сколько, в среднем, школьников находилось в каждый момент дня свободы в озере, если всего их в лагере было 210?

$$\frac{1}{3} \text{ от общего числа школьников}$$