

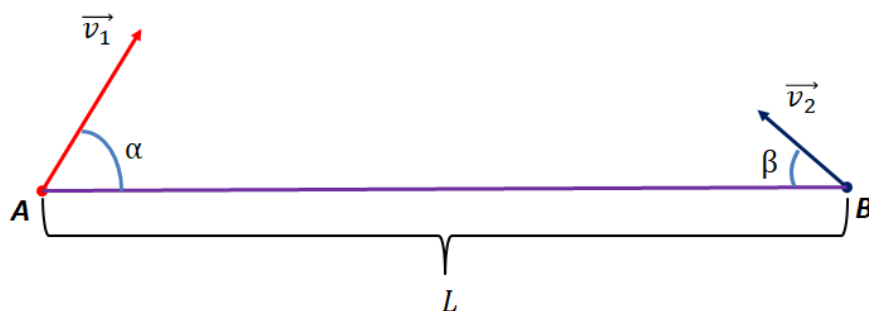
**Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике  
2023-2024 гг.**

**11 класс**

**Задания**

**Задание 1. Кукурузное поле 2**

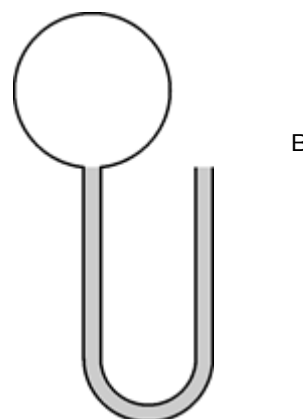
Заяц и Волк находятся в непроглядном кукурузном поле в точках  $A$  и  $B$  соответственно. Расстояние между точками  $L = 15$  км. Заяц и Волк начинают одновременно бежать со скоростями  $v_1 = 4$  м/с и  $v_2 = 3$  м/с соответственно. Направление движения Зайца составляет угол  $\alpha = 45^\circ$  к отрезку  $AB$ , Волка — угол  $\beta = 30^\circ$  к отрезку  $AB$ . Волк может учуять Зайца, если тот находится не дальше  $R = 3$  км от Волка. Сможет ли Волк уловить запах Зайца в процессе движения? Считайте, что Волк и Заяц двигаются по одну сторону от прямой  $AB$  (см. рисунок)



**Максимальный балл за задание: 10 баллов.**

**Задание 2. Сосуд с трубкой**

Школьник Дима помогал разбирать старое оборудование химической школьной лаборатории и обнаружил стеклянный прибор, состоящий из шарообразного сосуда объемом  $V_0 = 10$  л, к которому присоединена U-образная трубка круглого сечения диаметром  $d = 2$  см (см. рисунок). Дима наполнил U-образную трубку водой до краев и подсоединил ее к сосуду, в котором находится воздух при комнатной температуре  $T_0 = 20^\circ\text{C}$  и атмосферном давлении  $P_a = 10^5$  Па. После этого Дима нагрел воздух в сосуде до температуры  $T = 30^\circ\text{C}$ , и часть воды вытекла из трубки. Определите разность уровней воды в трубке после того, как воздух в сосуде остыл до комнатной

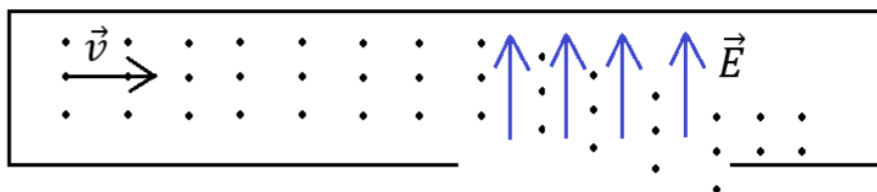


температуры. Плотность воды равна  $\rho = 1\,000\text{ кг/м}^3$ , ускорение свободного падения  $g = 10\text{ м/с}^2$ . Капиллярные эффекты не учитывать.

**Максимальный балл за задание: 10 баллов.**

### Задание 3. Обогащение урана

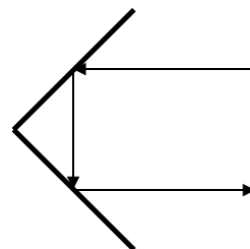
Для обогащения урана (увеличения процентного содержания изотопа урана  $^{235}\text{U}$ ) используют ионы гексафторида  $\text{UF}_6^-$ , так как эти ионы могут находиться в газообразном состоянии. Предположим, что установка для обогащения урана выглядит следующим образом. Ионы  $\text{UF}_6^-$  летят с некоторой постоянной скоростью по трубе квадратного сечения. В некотором участке трубы существует отверстие, из которого могут вылетать ионы (см. рисунок). В этот участок с отверстием подается постоянное электрическое поле. Считайте, что часть ионов обеих сортов продолжают лететь вдоль трубы после прохождения отверстия. Начальное процентное содержание ионов  $^{238}\text{UF}_6^-$  равно  $\alpha = 99\%$ , а ионов  $^{235}\text{UF}_6^-$  -  $1 - \alpha = 99\%$ . Найдите процентное содержание ионов  $^{238}\text{UF}_6^-$ , вылетающих из отверстия. Молярная масса атомарного фтора составляет  $19\text{ г/моль}$ .



**Максимальный балл за задание: 10 баллов.**

### Задание 4. Угловой отражатель

Угловым отражателем называется система из двух плоских зеркал, закрепленных под углом  $90^\circ$  друг к другу (см. рисунок). Особенностью такой системы зеркал является то, что луч света, попавший на одно из зеркал под любым углом, после двух отражений выйдет обратно в том же самом направлении. На заводе по изготовлению таких угловых отражателей на линии производства произошел брак, так что угол между зеркалами стал чуть больше и стал отличаться от  $90^\circ$  на небольшую величину  $\Delta\varphi$ .



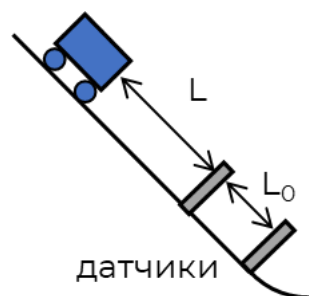
Насколько теперь будет отклоняться луч света, попавший в уголкового отражатель?

Будут ли такие углы, под которыми свет, попадая в уголкового отражатель, не будет возвращаться назад?

**Максимальный балл за задание: 10 баллов.**

### Задание 5. Скатывание с горки

Юный экспериментатор Миша проводил опыты по изучению законов механики. Во дворе на игровой площадке он разместил внизу гладкой горки два датчика перемещения (см. рисунок). Каждый датчик состоит из двух частей: первая — инфракрасный излучатель, вторая — детектор. Датчик срабатывает, как только на детектор перестает попадать луч от источника, т.е. когда луч закрывается некоторым объектом. Оба датчика синхронизированы по времени, т.е. в каждом из них ведется счет времени, и они всегда «показывают» одно и то же время. Когда срабатывает датчик, на его табло загорается этот момент времени. Миша запускал игрушечную машинку с горки с нулевой начальной скоростью каждый раз с разных точек на расстоянии  $L$  (вдоль горки) от верхнего датчика и аккуратно записывал в таблицу моменты времени  $t_1$  и  $t_2$ , когда срабатывали датчики. Расстояние между датчиками равно  $L_0 = 20$  см.



$L$ , см	$t_1$ , с	$t_2$ , с	$L$ , см	$t_1$ , с	$t_2$ , с
10	10,101	10,224	60	121,003	121,067
20	50,264	50,363	70	162,048	162,108
30	93,214	93,299	80	205,650	205,706
40	135,098	135,174	90	248,103	248,156
50	177,663	177,732	100	295,625	295,676

Определите угол наклона горки относительно горизонта. Ускорение свободного падения равно  $10 \text{ м/с}^2$ . Сопротивлением воздуха и трением качения пренебречь.

**Максимальный балл за задание: 10 баллов.**

**Максимальный балл за олимпиаду: 50 баллов.**