

**ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ «Роботфест» по ФИЗИКЕ**  
**2020/21 учебный год**  
**МАТЕРИАЛЫ ЗАДАНИЙ И КРИТЕРИИ ПРОВЕРКИ**

**ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП 2021 года**

Оценка участника отборочного этапа складывалась из оценок практического тура (в зависимости от направления – робототехнических соревнований либо защиты проектов) и теоретического тура (решение задач по физике). Максимальная оценка каждого тура – **50 баллов**, поэтому максимальная оценка участника отборочного этапа составляла **100 баллов**.

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР ОТБОРОЧНОГО ЭТАПА**

Теоретический тур проводился в дистанционном формате, участники получали задания с варьируемыми данными. Приводится пример задания для каждой из категорий участников.

**11 классы**

**ПРИМЕР ВАРИАНТА: ВОЗМОЖНЫЕ РЕШЕНИЯ И КРИТЕРИИ ПРОВЕРКИ**

1. *Расходом воды*, проходящей через трубу, называют объем воды, проходящий через сечение трубы в единицу времени (эту величину можно измерять в литрах в секунду).

1.1. По трубе диаметром  $d = 4$  см течет вода со скоростью  $v = 3,98$  м/с. Найдите расход воды, проходящей через эту трубу. Ответ дайте в л/с, с точностью до целого значения, без указания единиц измерения.

1.2. На конце этой трубы, расположенной горизонтально, надета коническая насадка, диаметр выходного отверстия которой в 2 раза меньше диаметра трубы. Давление на выходе из насадки равно нормальному атмосферному. Пренебрегая силами вязкого трения, найдите, на сколько килопаскалей давление воды на входе в насадку должно быть больше атмосферного для поддержания этого расхода воды. Ответ дайте с точностью до целого значения, без указания единиц измерения. Воду можно считать практически несжимаемой жидкостью с плотностью  $\rho = 1$  г/см<sup>3</sup>.

2. Вода подается по трубке сечением  $S = 5$  см<sup>2</sup> с расходом  $q = 2,1$  л/с. Конец трубки находится на высоте  $h = 10$  см над горизонтальной поверхностью земли, а угол наклона вылета струи к горизонту  $\alpha$  выбран так, чтобы струя попадала в небольшой камешек, лежащий на земле на расстоянии  $l = 1,8$  м по горизонтали от конца трубки, проходя по самой высокой из возможных траекторий. Пренебрегая силой сопротивления воздуха и вязким трением в жидкости, найдите  $\alpha$ . Ускорение свободного падения при выполнении данного задания считать равным  $g = 9,8$  м/с<sup>2</sup>. Ответ дайте в градусах, с точностью до целого значения, без указания единиц измерения.

3. Перед соревнованиями зал, где они будут проходить, проветрили, закрыли окна и двери, и включили нагревательные приборы. Когда температура установилась, климатическое панно, висящее в зале, что она равна  $t = 20^\circ\text{C}$ , но воздух очень сухой – относительная влажность равнялась  $r = 15\%$ . Для создания более комфортных условий включили увлажнители воздуха и увеличили относительную влажность до  $r' = 50\%$ . Температуру при этом сохранили неизменной. Найдите массу воды, которую испарили для увеличения влажности. Объем зала  $V = 800$  м<sup>3</sup>, молярная масса воды  $\mu = 18$  г/моль, универсальная газовая постоянная  $R \approx 8,31$  Дж/(моль·К). Давление насыщенных паров воды при температуре зала  $p_n = 2,34$  кПа. Ответ запишите в килограммах, с точностью до сотых, без указания единиц измерения.

---

4. Для разгона тележки массой  $m = 4$  кг по двум горизонтальным прямолинейным толстым металлическим рельсам используется следующий механизм. Колеса тележки непроводящие, но между ними помещена проводящая планка, контактирующая с обоими рельсами (и изолированная от остальных частей тележки). Распределение масс в тележке таково, что сила давления планки на рельсы постоянна и равна 25% от веса тележки. Коэффициент трения между планкой и рельсами равен  $\mu = 0,8$ . К концам рельс подключают аккумулятор с ЭДС  $\mathcal{E} = 98$  В, а в пространстве между ними создано вертикальное магнитное поле (направление выбрано так, чтобы тележка уезжала от аккумулятора) с индукцией  $B = 8$  Тл. Длина планки  $l = 0,5$  м, ее сопротивление (включающее сопротивление контактов)  $R = 30$  Ом намного больше внутреннего сопротивления источника и сопротивления участков рельс, по которым проезжает тележка в ходе разгона. Ускорение свободного падения при выполнении данного задания считать равным  $g \approx 10$  м/с<sup>2</sup>. Сопротивлением воздуха и трением качения пренебречь.

4.1. До какой максимальной возможной скорости может разогнаться тележка, если рельсы очень длинные? Ответ запишите в м/с, с точностью до десятых без указания единиц измерения.

4.2. Оказалось, что после подключения аккумулятора тележка набирает половину максимальной скорости за время  $t \approx 5,2$  с. Найдите КПД работы аккумулятора по разгону тележки до этой скорости (отношение кинетической энергии тележки к работе аккумулятора) Ответ запишите в процентах, с точностью до целого значения, без указания единиц измерения.