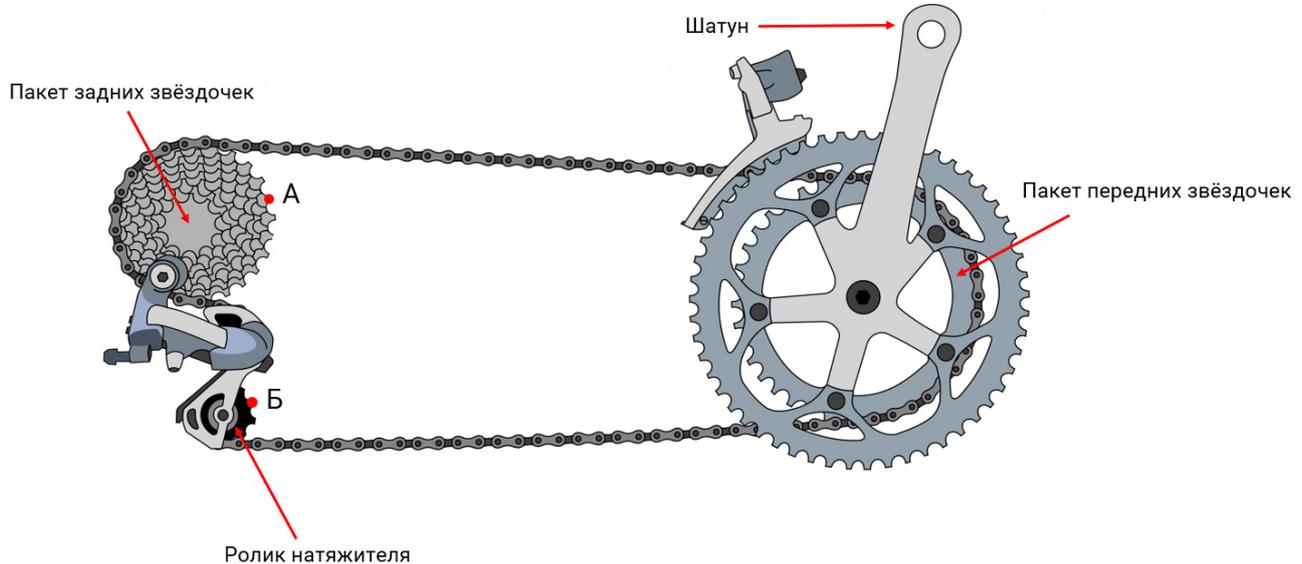


## Максимальное количество баллов за олимпиаду — 30

**Задание 1.** На рисунке представлено устройство велосипедной трансмиссии. Шатун, к которому присоединяются педали, зафиксирован на пакете передних звёздочек и вращается вместе с ними относительно неподвижной оси. Одна звёздочка из пакета передних с помощью цепи соединена с одной из пакета задних. В свою очередь, пакет задних звёздочек вращается вместе с задним колесом как единое целое. Диаметр колеса  $D = 29$  дюймов. Известно, что  $1 \text{ дюйм} = 2.54 \text{ см}$ .

Чтобы цепь не провисала, в трансмиссии имеется ролик натяжителя. Велосипедная цепь не проскальзывает относительно звёздочек и роликов натяжителя.



Известно, что для некоторой выбранной передачи диаметр используемой передней звёздочки в  $x = 1.5$  раза больше диаметра задней, а диаметр используемой задней звёздочки в  $y = 4$  раза больше диаметра ролика натяжителя.

Заполните пропуски.

Чтобы двигаться на велосипеде с максимальной скоростью, в передней кассете нужно выбрать ... звёздочку, а в задней кассете — ... звёздочку.

**Ответ:**

- самую большую
- среднюю
- самую маленькую
- любую

**Критерий оценивания:** за каждый верный ответ — 1 балл. Всего 2 балла

**Задание 2.** Во сколько раз скорость  $v_B$  точки Б больше скорости  $v_A$  точки А (на поверхности задней звёздочки)? Скорости измеряются относительно велосипеда. Ответ округлите до десятых.

**Критерий оценивания:** точное совпадение ответа — 2 балла

**Задание 3.** С какой частотой  $n_2$  вращается ролик натяжителя, если передняя звёздочка вращается с частотой  $n_1 = 60$  оборотов в минуту? Ответ выразите в об/мин, округлите до целых.

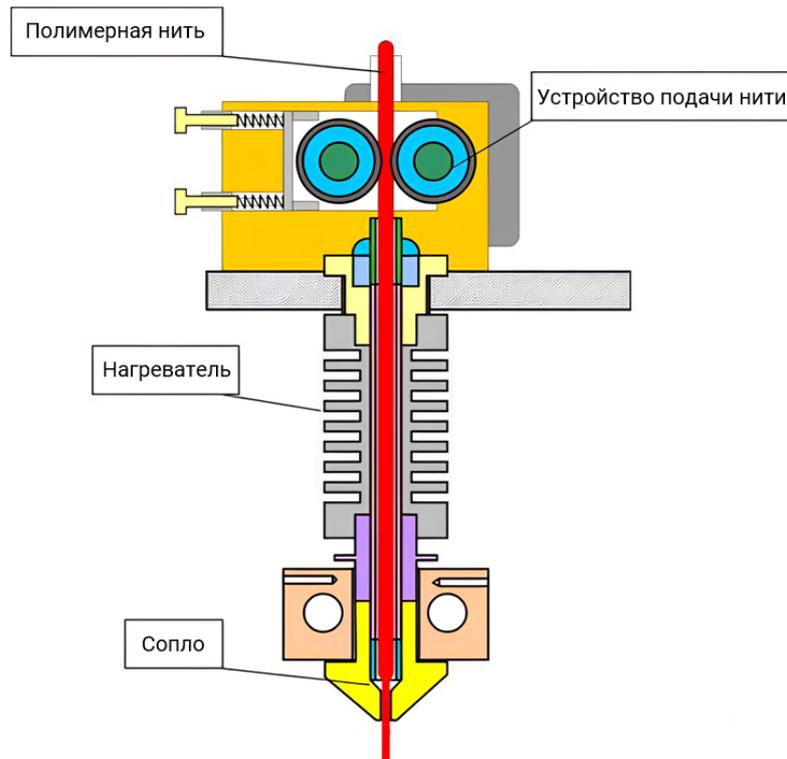
**Критерий оценивания:** точное совпадение ответа — 3 балла

**Задание 4.** Человек крутит педали с частотой  $n_3 = 40$  оборотов в минуту. С какой скоростью относительно земли движется при этом велосипед? Считайте, что велосипед движется без проскальзывания относительно земли. Примите  $\pi = 3.14$ . Ответ выразите в м/с, округлите до десятых.

**Критерий оценивания:** точное совпадение ответа — 4 балла

**Максимальный балл за задание — 11**

**Задание 5.** Печатающая головка 3D-принтера устроена следующим образом: специальный полимерный (пластиковый) шнур при помощи двух вращающихся валиков подаётся в нагреватель. В нём шнур разогревается до температуры, при которой из твёрдого он становится вязким и пластичным. После чего полимер выдавливается через металлическое сопло на рабочий стол принтера, где, застывая, опять отвердевает.



Определите массу единицы длины шнура (погонную плотность), если известно, что кусок шнура длиной  $L = 210$  м имеет массу  $m = 1000$  г. Ответ выразите в г/м, округлите до сотых.

**Критерий оценивания:** точное совпадение ответа — 2 балла

**Задание 6.** На нагревательный элемент подаётся напряжение  $U = 24$  В. Какая сила тока протекает через нагреватель, если его мощность  $P = 40$  Вт? Ответ выразите в амперах, округлите до сотых.

**Критерий оценивания:** точное совпадение ответа — 2 балла

**Задание 7.** С какой скоростью выдавливается полимерный шнур из сопла, если в нагреватель он подаётся со скоростью  $v = 10$  мм/с? Диаметр шнура  $D = 1.75$  мм, а диаметр сопла  $d$  из которого выдавливается нагретый полимер, равен 0.4 мм. Можно считать, что плотность материала при нагреве не изменяется. Ответ выразите в мм/с, округлите до целых.

**Критерий оценивания:** точное совпадение ответа — 3 балла

**Задание 8.** Чему равен КПД нагревательного элемента, если он нагревает полимерную нить от начальной температуры  $20^\circ\text{C}$  до температуры  $380^\circ\text{C}$  за то время, пока нить доходит до сопла через нагреватель? Внутри нагревателя пластик только разогревается и становится пластичным, процесс плавления (перехода в жидкое агрегатное состояние) не происходит. Удельная теплоёмкость полимерной нити  $1.4$  Дж/(г  $\cdot$   $^\circ\text{C}$ ). Остальные данные можно взять из предыдущих вопросов. Ответ выразите в процентах, округлите до целых.

**Критерий оценивания:** точное совпадение ответа — 3 балла

**Максимальный балл за задание — 10**

**Задание 9.** Неугомонные дракончики Вжих и Пых решили покататься на ватрушках по снежным горкам. И всё бы было огонь, если бы их другу Вико не задали в этот день лабораторную работу по изучению силы трения. Первым делом Вико взвесил всех участников «покатушек». Выяснилось, что масса Вжиха равна  $M_1 = 30$  кг, а вот Пых поднабрал и весы показали, что его масса  $M_2 = 45$  кг. Также выяснилось, что их ватрушки одинаковые и имеют массу  $m = 2$  кг каждая. Во втором эксперименте было установлено, что для перемещения пустой ватрушки по горизонтальной части горки к ней необходимо прикладывать горизонтальную силу  $F$  не менее 4.1 Н. Считайте, что коэффициент трения ватрушки о всю поверхность горки является постоянным, ускорение свободного падения примите равным  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Помогите Вико правильно ответить на вопросы и получить пятёрку.

Какую минимальную горизонтальную силу нужно приложить, чтобы сдвинуть ватрушку с сидящим на ней Пыхом, если всё происходит на горизонтальном участке горки? Ответ выразите в ньютонах, округлите до десятых.

**Критерий оценивания:** точное совпадение ответа — 2 балла

**Задание 10.** Чему равен коэффициент трения ватрушки о снег? Ответ округлите до сотых.

**Критерий оценивания:** точное совпадение ответа — 2 балла

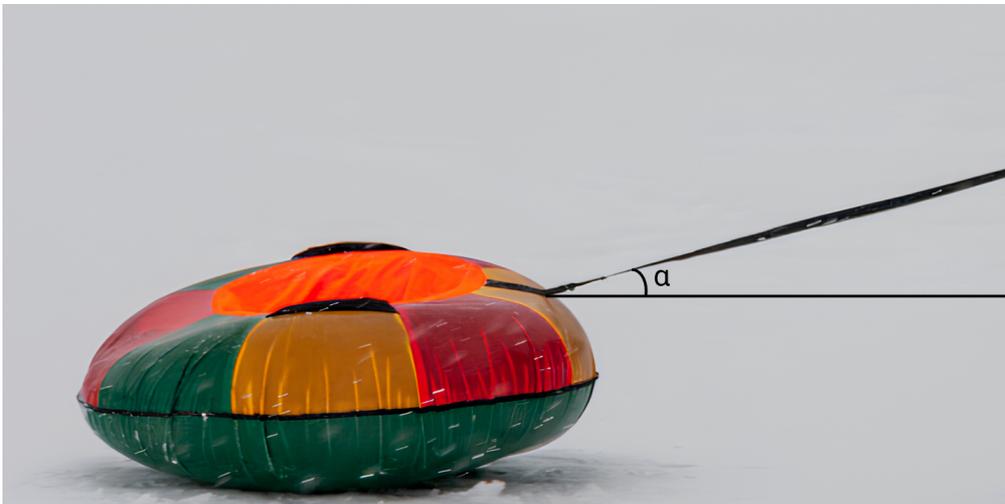
**Задание 11.** Вжих и Пых решили провести парочку мини-соревнований, договорившись, что помогать крыльями, лапами, дышать огнём и т.д. категорически запрещено. По условиям первого соревнования, названного «Кто дальше?», они разгоняются до одинаковой скорости  $v = 5$  м/с, запрыгивают на ватрушки и скользят на них, пока не остановятся. Соревнование проводится на горизонтальном участке. Во сколько раз путь, пройденный до остановки Пыхом, будет больше пути, пройденного Вжихом? Ответ округлите до сотых.

**Критерий оценивания:** точное совпадение ответа — 1 балл

**Задание 12.** Во втором соревновании «Кто быстрее?» оба участника стартуют на ватрушках с вершины крутой горки. Начальная скорость должна быть равна нулю. Во сколько раз быстрее Пых спустится с горки по сравнению с Вжихом? Упрощённо считайте горку прямой. Длина горки  $L = 180$  м, горка наклонена под углом  $\alpha = 60^\circ$  к горизонту. Ответ округлите до сотых.

**Критерий оценивания:** точное совпадение ответа — 1 балл

**Задание 13.** Когда участникам весёлых «покатушек» пришлось затаскивать ватрушки на горку, возник спор: зависит ли сила, которую необходимо прикладывать к ватрушке для её перемещения, от угла  $\alpha$ , под которым натянут трос?



Проведя серию экспериментов, удалось выяснить, что сила зависит от угла. Был определён угол наклона троса к горизонту, оптимальный для того, чтобы тянуть пустую ватрушку по горизонтальному участку горки, прикладывая наименьшую силу. Чему оказался равен этот угол? Ответ выразите в градусах, округлите до целых.

**Критерий оценивания:** точное совпадение ответа — 3 балла

**Максимальный балл за задание — 9**