

Инженерная олимпиада «Кентавр»

9 класс, 3 этап. 22 апреля 2026 года.

Желаем удачи!

№ 1. Конструирование распылителя из подручных материалов (15 баллов)

Постановка проблемы

В полевых условиях при отсутствии заводского оборудования, возникает необходимость создания устройств для распыления жидкостей: от дезинфекции и полива до нанесения реактивов и красителей. Принципы гидравлики и пневматики позволяют собрать эффективный пульверизатор из ограниченного набора материалов, используя эффект Бернулли, перепад давления и турбулентность.

Вам предстоит спроектировать, собрать и продемонстрировать работу распылителя, а затем модифицировать его для повышения эффективности.

Оборудование

- ПЭТ-бутылка 0,5 л
- Коктейльные трубочки (2–3 шт.)
- Шприц 10 мл (с иглой и без)
- Швейные иглы
- Зубочистки
- Термоклеевой пистолет
- Шило
- Линейка
- Ёмкость с водой

Задание

1. Сборка базовой модели распылителя (5 баллов)

Используя предложенные материалы, соберите устройство, способное распылять воду. Запрещено использование оборудования не из списка.

Возможное решение:

- В крышке бутылки делается два отверстия.
- В одно отверстие вставьте глинную трубочку (до дна) — заборник жидкости.
- Во второе отверстие вставьте короткую трубочку (2–3 см) — сопло.
- Заткните торец глинной трубочки зубочисткой, оставив боковую щель.
- Герметично заклейте соединения термоклеем.

Критерии оценки:

Критерий	Баллы
Устройство собрано и демонстрирует распыл	3
Использован принцип создания турбулентности (заткнутая трубочка, деформированная игла)	1
Герметичность соединений (нет подтеканий)	1

2. Модификация с пневматическим накоплением (5 баллов)

Добавьте в конструкцию воздушный шарик для создания системы с предварительным накоплением давления. Опишите принцип работы модифицированного устройства.

Критерии оценки:

Критерий	Баллы
Шарик интегрирован в систему (накопитель давления)	2
Устройство работает без непрерывного сжатия бутылки руками	2
Описан принцип работы (пневматическое накопление, закон Бойля — Мариотта)	1

3. Сравнительный анализ конструкций (5 баллов)

Сравните две конструкции (базовую и пневматическую) по следующим параметрам:

- Дальность распыла
- Дисперсность (мелкость капель)
- Удобство использования

Критерии оценки:

Критерий	Баллы
Проведено сравнение по трём параметрам	2,5
Сделан обоснованный вывод о преимуществах каждой конструкции	2,5

№ 2. Получение растительного красителя из коры дуба (15 баллов)

Постановка проблемы

С древних времён человек использовал природные красители для окрашивания тканей, бумаги и других материалов. Кора дуба (*Quercus* spp.) содержит дубильные вещества — танины, которые при взаимодействии с солями железа образуют стойкий чёрно-фиолетовый краситель (чернильные орешки, железо-дубильные чернила). Этот процесс лежал в основе производства чернил вплоть до XIX века.

Вам предстоит самостоятельно получить краситель из коры дуба, закрепить его с помощью солей железа и оценить качество полученного состава.

Оборудование

- Кора дуба (сухая)
- Железный купорос (сульфат железа (II))
- Вода
- Ёмкости для экстракции
- Стеклянная палочка
- Фильтр (марля, ткань или бумажный фильтр)
- Белая бумага А4
- Линейка

Задание

1. Экстракция дубильных веществ (5 баллов)

Поместите кору дуба в ёмкость с водой. Проведите экстракцию в течение заданного времени. Опишите наблюдаемые изменения окраски раствора.

Критерии оценки:

Критерий	Баллы
Процесс экстракции проведён корректно	2
Описаны изменения цвета раствора	1,5
Раствор отфильтрован и не содержит крупных частиц	1,5

2. Реакция с солями железа (5 баллов)

Добавьте в полученный экстракт железный купорос. Опишите происходящую химическую реакцию. Зафиксируйте изменение цвета раствора.

Критерии оценки:

Критерий	Баллы
Реакция проведена корректно	2
Описано изменение цвета (светло-коричневый → чёрно-фиолетовый)	1,5
Приведено уравнение реакции (танины + Fe^{2+} → комплексное соединение) или описан химизм	1,5

3. Оценка качества красителя (5 баллов)

Нанесите полученный краситель на лист белой бумаги. Оцените:

- Интенсивность окраски (по визуальной шкале)
- Равномерность нанесения

- Стойкость (не смывается ли водой после высыхания)

Критерии оценки:

Критерий	Баллы
Интенсивность окраски (от 0 до 2 баллов)	2
Равномерность нанесения	1
Стойкость к смыванию водой	3

№ 3. Тест эффективности распыления (20 баллов)

Постановка проблемы

Для объективной оценки качества работы пульверизатора необходимо количественное измерение результатов распыления. Площадь пятна и насыщенность окраски (при использовании красителя) являются интегральными показателями, характеризующими дисперсность факела и равномерность распределения жидкости.

В этом задании вы проведёте стандартизированный тест вашего пульверизатора, а полученные результаты будут нормированы относительно максимальных показателей среди всех участников.

Оборудование

- Собранный пульверизатор (из Задания №1)
- Краситель (из Задания №2)
- Листы белой бумаги А4 (5 шт.)
- Линейка (20 см)
- Фиксированная метка расстояния
- Секундомер

Задание

1. Проведение теста (7,5 баллов)

Установите лист бумаги вертикально на фиксированном расстоянии 30 см от сопла пульверизатора. Выполните один контролируемый нажим (или один цикл распыления) в направлении листа.

Повторите тест 3 раза на разных листах.

Критерии оценки:

Критерий	Баллы
Расстояние выдержано точно (30 см)	2,5
Выполнено 3 корректных теста	2,5
Отсутствие посторонних факторов (сквозняк, смещение листа)	2,5

2. Измерение параметров пятна (7,5 баллов)

Для каждого из трёх полученных пятен измерьте:

- Максимальный диаметр (D_{\max} , мм)
- Минимальный диаметр (D_{\min} , мм)
- Рассчитайте площадь пятна по формуле эллипса:
 $S = \pi D_{\max} D_{\min} / 4$
- Оцените насыщенность по визуальной шкале от 1 до 5 (где 1 — слабое, едва заметное пятно; 5 — интенсивное, насыщенное)

Результаты занесите в таблицу:

Номер места	D_{\max} (мм)	D_{\min} (мм)	Площадь S (мм ²)	Насыщенность (1-5)
1				
2				
3				
Среднее				

Критерии оценки:

Критерий	Баллы
Все измерения проведены корректно	2,5
Площади рассчитаны верно	2,5
Насыщенность оценена для каждого места	2,5

3. Расчёт нормированного балла (5 баллов)

Для каждого участника рассчитывается итоговый балл за тест по формуле:

$$\text{Балл участника} = 10 (S_{\text{cp}} L_{\text{cp}}) (S_{\text{max}} L_{\text{max}}),$$

где:

- S_{cp} — средняя площадь пятна участника (мм²)

- L_{cp} — средняя насыщенность участника (баллы)
- S_{max} — максимальная средняя площадь среди всех участников (мм^2)
- L_{max} — максимальная средняя насыщенность среди всех участников (баллы)

Критерии оценки:

Критерий	Баллы
Данные подготовлены для нормирования	2
Понимание принципа нормирования	1,5
Итоговый балл рассчитан верно (после объявления максимумов)	1,5

Ответы

(Место для заполнения участником)

№1. Конструирование распылителя

1. Схема базовой модели (рисунок или описание):

2. Схема пневматической модификации (рисунок или описание):

3. Сравнительный анализ:

№2. Получение растительного красителя

1. Описание экстракции:

2. Описание реакции с солями железа:

3. Оценка качества красителя:

№3. Тест эффективности распыления

1. Таблица измерений (нарисовать и заполнить):

2. Расчёт нормированного балла:
