

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Кувардин Сергей Владимирович
Должность: Заведующий кафедрой
Дата подписания: 08.09.2023 13:30:18
Уникальный программный ключ:
9b48d3318069259a33616824067e427899531be738df2374d16f3c0ce536f0fc6

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Юго-Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой фунда-
ментальной химии и химиче-
ской технологии
(наименование кафедры)

Н.В. Кувардин

(подпись, инициалы, фамилия)

"29" 06 2023

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

для текущего контроля успеваемости
и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Процессы массопереноса

(наименование дисциплины)

ОПОП ВО 18.04.01 Химия

(код и наименование ОПОП ВО)

Курск-2023

1 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ

Тема 1 Особенности массопередачи в системах с твёрдой фазой.

Вопросы для собеседования

1. Классификация процессов массопередачи со свободной границей раздела фаз.
2. Способы выражения состава фаз.
3. Схемы материального баланса массообменного процесса со свободной границей раздела фаз.
4. Сформулируйте первый закон Фика. От чего зависят коэффициенты молекулярной диффузии, его физический смысл?
5. В чем состоят различия в переносе вещества конвекцией и массообменом?
6. Раскройте физический смысл коэффициента массотдачи.
7. Охарактеризуйте основные модели массопереноса (пленочная, диффузионного пограничного слоя, обновления поверхности фазового контакта).
8. Охарактеризуйте подобие массообменных процессов. Раскройте физический смысл критериев подобия массообменных процессов.
9. Сформулируйте понятие движущей силы массообменных процессов.
10. Запишите уравнение массопередачи. Покажите связь и различие коэффициентов массопередачи и массообменности.
11. Понятие лимитирующей стадии процесса массопередачи
12. Определение высоты массообменного аппарата с помощью уравнения массопередачи.
13. Физический смысл объемного коэффициента массопередачи. Его использование для определения высоты массообменного аппарата.

Тема 2 Адсорбция. Сушка

1. Назовите наиболее рациональные области применения адсорбции.
2. Сущность статической и динамической активности адсорбентов.
3. Адсорбционный потенциал
4. Равновесие при адсорбции. Принцип построения изотерм адсорбции.
5. Материальный баланс адсорбции.
6. Особенности кинетики процесса равновесной адсорбции.
7. Устройство и принцип действия адсорберов с неподвижным слоем адсорбента
8. Устройство и принцип действия адсорберов с псевдосжиженным и плотным движущимся слоем адсорбента.
9. Принцип расчета и стадии расчета адсорберов
10. Что такое воздушная сушка покрытий?
11. Перечислите основные стадии процесса сушки и провести классификацию с точки зрения основных процессов химической технологии.
12. Как меняются природа и соотношение конкурентных способностей промежуточных стадий воздушной сушки покрытий.
13. Как сочетаются термоокислительная кислородная полимеризация и окислительное старение в воздушной сушке покрытий и их дальнейшей эксплуатации?

Тема 3 Растворение твердых тел в жидкости. Кристаллизация.

1. Что понимается под процессами растворения и экстрагирования в системе твердое тело- жидкость?
2. Уравнение материального баланса для непрерывного и периодического процесса растворения.
3. Уравнение кинетики растворения.
4. Основные закономерности растворения твердой фазы в жидкости как массообменного процесса
5. Время полного растворения и его определение в замкнутом аппарате при проточном и противоточном течениях.
6. Уравнение материального баланса экстрагирования растворенного вещества при

прямотоке и противотоке.

7 Определение длины экстракционного аппарата для обеспечения заданной концентрации экстрагируемого вещества в твердом теле.

8 Распределение концентраций в твердом теле при экстрагировании вещества из этого тела.

9. Определение параметров, входящих в уравнение кинетики растворения.

10 Различие между абсолютной и относительной влажностью воздуха. Понятие о влагосодержании и энтальпии влажного воздуха.

11 Основные виды связи влаги с материалом

12 Принципы построения диаграммы состояния влажного воздуха. Как определяются параметры влажного воздуха с помощью этой диаграммы?

13 Особенности материального баланса конвективной сушки

Тема 4 Простая перегонка и ректификация. Экстракция

1 Что понимается под перегонкой жидкостей. Виды простых перегонки.

2 Принцип составления материального баланса при перегонке.

3 Что такое азеотропные смеси.

4 В чем сущность азеотропной отгонки?

5 В чем сущность азеотропной ректификации?

6 Нарисуйте X-Y диаграмму для азеотропной смеси и объясните ее смысл.

7 Сущность молекулярной дистилляции. В каких случаях целесообразно ее применение?

8 Принцип ректификации.

9 Какие аппараты применяют для проведения процессов ректификации? В чем их отличие от абсорберов?

10 Материальный баланс при ректификации

11 Как определяется минимальное и рабочее флегмовое число? Как влияет флегмовое число на высоту ректификационной колонны?

12 Принцип построения кривой равновесия и рабочей линии. Как с помощью такой диаграммы определить высоту ректификационной колонны?

13 Тепловой баланс ректификационной колонны. Как определяется расход греющего пара для проведения ректификации? Какие способы экономии расхода теплоты возможны в ректификационной колонне?

Пример тестов

1. Перенос вещества внутри одной фазы может происходить: 1) путем молекулярной диффузии; 2) путем конвекции и молекулярной диффузией одновременно. 3) путем конвекции 4) под действием турбулентной пульсации

Правильными ответами являются:

А) 1,2 Б) 2 В) нет верных ответов Г) 4

2 Посредством одной молекулярной диффузии вещество перемещается

А) в совершенно неподвижной среде.

Б) в движущейся среде

В) нигде

Г) и в неподвижной и в движущейся средах

3 В движущейся среде перенос вещества осуществляется

А) как молекулярной диффузией, так и самой средой

Б) молекулярной диффузии

В) средой в направлении ее движения

Г) отдельными частицами среды в разнообразных направлениях

4 В движущейся среде перенос вещества осуществляется средой

А) в направлении движения среды и отдельными ее частицами в разнообразных направлениях

Б) в направлении движения среды

- В) отдельными частицами среды в разнообразных направлениях
Г) в поперечном и обратном направлениях относительно заданного направления потока
- 5 При турбулентном течении жидкостей перенос вещества осуществляется
А) наряду с общим движением потока в заданном направлении, перемещение частиц во всех, в том числе в поперечном и обратном направлениях относительно заданного направления потока.
Б) в направлении движения среды
В) отдельными частицами среды в разнообразных направлениях
Г) молекулярной диффузией
- 6 Турбулентной диффузией называется
А) конвективный перенос вещества под действием турбулентных пульсаций
Б) нерегулярные пульсации скорости
В) отдельными частицами среды в разнообразных направлениях
Г) перенос в направлении движения среды
- 7 В ядре потока фазы доминирует
А) конвективный перенос
Б) молекулярной диффузией
В) и конвективный перенос и молекулярная диффузия одновременно.
Г) неподвижная среда
- 8 В каждом сечении ядра потока фазы при стационарном режиме концентрация распределяемого вещества
А) постоянна или мало меняется во времени;
Б) увеличивается по мере приближения к центру;
В) уменьшается по мере приближения к центру;
Г) не подлежит учету
- 9 Перенос вещества в пограничном слое осуществляется
А) конвективными и диффузионными потоками
Б) молекулярной диффузией
В) диффузионными потоками
Г) конвективными потоками
- 10 У границы раздела фаз наблюдается
А) интенсивное затухание конвективных потоков
Б) молекулярная диффузия
В) интенсивное перемещение твердой фазы
Г) концентрация распределяемого вещества постоянна
- 11 Молекулярная диффузия – это
А) перенос распределяемого вещества, обусловленный беспорядочным движением самих молекул.
Б) перемещение вещества в твердой фазе
В) переход вещества или нескольких веществ из одной фазы в другую в направлении достижения равновесия
Г) параметр, характеризующий изменение скорости потока вещества, перемещаемого теплопроводностью в твердом теле.
- 12 Теплопроводность – это
А) перемещение вещества в твердой фазе.
Б) перенос распределяемого вещества, обусловленный беспорядочным движением самих молекул
В) переход вещества или нескольких веществ из одной фазы в другую в направлении достижения равновесия
Г) параметр, характеризующий изменение скорости потока вещества, перемещаемого теплопроводностью в твердом теле.

13 Массопередача – это

А) переход вещества или нескольких веществ из одной фазы в другую в направлении достижения равновесия

Б) перенос распределяемого вещества, обусловленный беспорядочным движением самих молекул

В) перемещение вещества в твердой фазе.

Г) параметр, характеризующий изменение скорости потока вещества, перемещаемого массопроводностью в твердом теле

14 диффузионный критерий Фурье

А) параметр, характеризующий изменение скорости потока вещества, перемещаемого массопроводностью в твердом теле

Б) параметр, характеризующий перенос распределяемого вещества, обусловленный беспорядочным движением самих молекул

В) параметр, характеризующий перемещение вещества в твердой фазе.

15 Первый закон Фика

А) количество продиффундировавшего вещества dM пропорционально градиенту концентраций этого вещества dC/dn , поверхности dF , перпендикулярной направлению диффузионного потока, и времени dt

Б) скорость массопередачи прямо пропорциональна движущей силе массообменного процесса ΔC и обратно пропорциональна сопротивлению

В) скорость перемещения вещества из одной фазы в другую будет определяться числом молекул n , избыточным по отношению к равновесному.

Г) массообменные процессы протекают в направлении достижения равновесия.

16 Основное уравнение массопередачи

А) скорость массопередачи прямо пропорциональна движущей силе массообменного процесса ΔC и обратно пропорциональна сопротивлению

Б) количество продиффундировавшего вещества dM пропорционально градиенту концентраций этого вещества dC/dn , поверхности dF , перпендикулярной направлению диффузионного потока, и времени dt

В) скорость перемещения вещества из одной фазы в другую будет определяться числом молекул n , избыточным по отношению к равновесному.

Шкала оценивания результатов тестирования:

в соответствии с действующей в университете балльно-рейтинговой системой оценивание результатов промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в рамках 100-балльной шкалы, при этом максимальный балл по промежуточной аттестации обучающихся по очной форме обучения составляет 36 баллов, по очно-заочной и заочной формам обучения – 60 баллов (установлено положением П 02.016).

Максимальный балл за тестирование представляет собой разность двух чисел: максимального балла по промежуточной аттестации для данной формы обучения (36 или 60) и максимального балла за решение компетентностно-ориентированной задачи (6). Балл, полученный обучающимся за тестирование, суммируется с баллом, выставленным ему за решение компетентностно-ориентированной задачи.

Общий балл по промежуточной аттестации суммируется с баллами, полученными обучающимся по результатам текущего контроля успеваемости в течение семестра; сумма баллов переводится в оценку по дихотомической шкале (для зачета) или в оценку по 5-балльной шкале (для экзамена) следующим образом:

Соответствие 100-балльной и дихотомической шкал

Сумма баллов по 100-балльной шкале	Оценка по дихотомической шкале
100–50	зачтено
49 и менее	не зачтено

Соответствие 100-балльной и 5-балльной шкал

Сумма баллов по 100-балльной шкале	Оценка по дихотомической шкале
100–85	отлично
84–70	хорошо
69–50	удовлетворительно
49 и менее	неудовлетворительно

Критерии оценивания результатов тестирования:

Каждый вопрос (задание) в тестовой форме оценивается по дихотомической шкале: выполнено – 2 балла, не выполнено – 0 баллов

Шкала оценивания:

5-балльная. Критерии оценивания:

5 баллов (или оценка «отлично») выставляется обучающемуся, если он принимает активное участие в беседе по большинству обсуждаемых вопросов (в том числе самых сложных); демонстрирует сформированную способность к диалогическому мышлению, проявляет уважение и интерес к иным мнениям; владеет глубокими (в том числе дополнительными) знаниями по существу обсуждаемых вопросов, ораторскими способностями и правилами ведения полемики; строит логичные, аргументированные, точные и лаконичные высказывания, сопровождаемые яркими примерами; легко и заинтересованно откликается на неожиданные ракурсы беседы; не нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

4 балла (или оценка «хорошо») выставляется обучающемуся, если он принимает участие в обсуждении не менее 50% дискуссионных вопросов; проявляет уважение и интерес к иным мнениям, доказательно и корректно защищает свое мнение; владеет хорошими знаниями вопросов, в обсуждении которых принимает участие; умеет не столько вести полемику, сколько участвовать в ней; строит логичные, аргументированные высказывания, сопровождаемые подходящими примерами; не всегда откликается на неожиданные ракурсы беседы; не нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

3 балла (или оценка «удовлетворительно») выставляется обучающемуся, если он принимает участие в беседе по одному-двум наиболее простым обсуждаемым вопросам; корректно выслушивает иные мнения; неуверенно ориентируется в содержании обсуждаемых вопросов, порой допуская ошибки; в полемике предпочитает занимать позицию заинтересованного слушателя; строит краткие, но в целом логичные высказывания, сопровождаемые наиболее очевидными примерами; теряется при возникновении неожиданных ракурсов беседы и в этом случае нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

2 балла (или оценка «неудовлетворительно») выставляется обучающемуся, если он не владеет содержанием обсуждаемых вопросов или допускает грубые ошибки; пассивен в обмене мнениями или вообще не участвует в дискуссии; затрудняется в построении логического высказывания и (или) допускает ошибочные высказывания; постоянно нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя

2 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Задание в закрытой форме:

1. Порядок расчета абсорберов.
2. Прямоточная схема абсорбции
3. Противоточная схема абсорбции
4. Сравнительная характеристика противоточной и прямоточной схем.
5. Схема многоступенчатой абсорбции
6. Абсорберы. Классификация.
7. Устройство и принцип действия абсорберов.
8. Вклад внешней диффузии в общий массоперенос в системах с твердой фазой. Запишите

- уравнение массоотдачи для массопереноса между жидкостью (газом) и твердой средой.
- 9 Массоперенос в твердой пористой фазе. Классификация пор по размерам. Определение коэффициента извилистости пор.
- 10 Уравнение диффузии в порах. Условия образования конвективной диффузии в порах.
- 11 Как определяются потоки свободной и кнудсеновской диффузии?
- 12 Запишите уравнение массопередачи для систем с участием твердой фазы. Как выражается коэффициент массопередачи для таких систем?
- 13 Коэффициент массопередачи в зависимости от способа выражения движущей силы.

Задание в открытой форме:

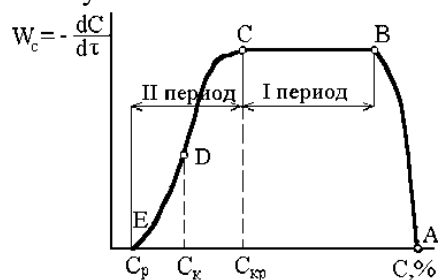
- 1 Движущая сила процесса – это _____.
- 2 Коэффициент диффузии – это _____.
- 3 Дифференциальное уравнение конвективного массообмена – это _____.
4. Диффузионный критерий Фурье – это _____.
5. Диффузионный критерий Био – это _____.
6. Дифференциальное уравнение теплопроводности – это _____.
7. Закон фазового равновесия – это _____.
8. Особенности массопередачи в системах с твердой фазой _____.
9. Адсорбция – это _____.
10. Поглотители, используемые при абсорбции _____.
11. Закон фазового равновесия при абсорбции _____.
- 12 Кинетическое уравнение процесса абсорбции _____.
13. Коэффициент массопередачи процесса абсорбции _____.

Задание на установление правильной последовательности:

1.

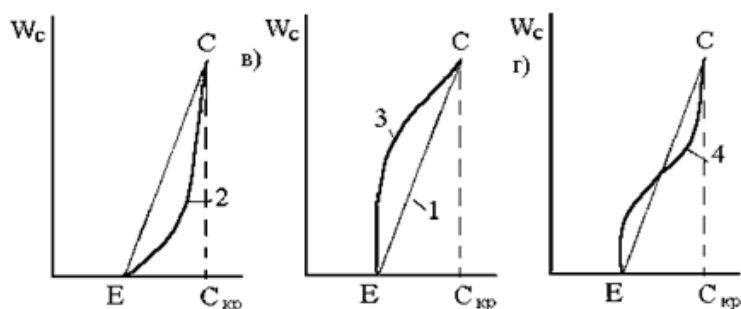
Массопроводность	параметр, характеризующий изменение скорости потока вещества, перемещаемого массопроводностью в твердом теле
Молекулярная диффузия	перемещение вещества в твердой фазе.
критерий Фурье	перенос распределяемого вещества, обусловленный беспорядочным движением самих молекул.

2. На кривой изменения влажности материала во времени в процессе его сушки соответствие участков



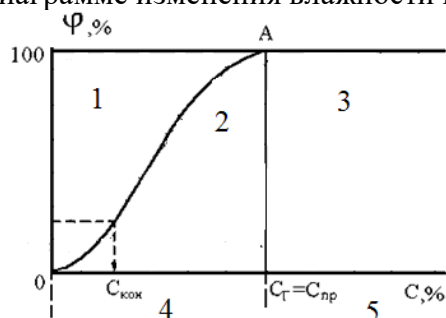
ED	влажность на поверхности материала становится равной гигроскопической
DC	постоянной скорости сушки в первом периоде
CB	достижению равновесной влажности на поверхности материала
BA	выходу процесса на стационарный режим

3. Зависимость скорости сушки во втором периоде в соответствии с изменением влажности материала в виде линии характерна для



Линия 1	для керамических изделий
Линия 2	для капиллярно-пористых материалов сложной структуры
Линия 3	тонколистовых материалов с большой удельной поверхностью испарения влаги (бумага, ткань).
Линия 4	для процессов, сопровождающихся увеличением поверхности фазового контакта

4. На диаграмме изменения влажности материала в процессе его сушки



1	зона влажного состояния
2	зона увлажнения материала
3	область удаления свободной влаги
4	зона гигроскопичного состояния
5	область удаления связанной влаги

5. Установите соответствия

Относительная влажность	Скорость испарения из материала меньше скорости испарения воды со свободной поверхности
Равновесная влажность	отношение массы водяного пара влажного воздуха при данных условиях, температуре и общем барометрическом давлении к максимально возможной массе водяного пара воздуха при тех же условиях
связанная влага	предельная влажность материала, до которого он может быть высушен при заданных характеристиках окружающей газовой среды.

6. Установите соответствия

химически связанная влага	Влага, скорость испарения из материала меньше скорости испарения воды со свободной поверхности
свободная влага	влага, скорость испарения которой из материала равна скорости испарения воды со свободной поверхности
связанная влага	влага, которая не может быть удалена из материала при сушке

7. Установите соответствия

поверхностная влага	влага, адсорбционно или адсорбционно-химически связанная с твердым материалом
капиллярная влага	влага в крупных порах частиц

адсорбционно-химическая влага	влага в мелких порах твердого материала
-------------------------------	---

8. Установите соответствия

влага набухания	влага, которая не может быть удалена из материала при сушке
осмотическая влага	влага в телах, имеющих структуру ячеек клеток, замкнутая поверхность которых изолирует материал и находящуюся в нем влагу от окружающей среды
химически связанная влага	влага в крупных порах частиц

9. Установите соответствия

контактная сушка	Нагревание влажных материалов путем непосредственного контакта с газовым теплоносителем
газовая сушка	Нагревание влажных материалов путем непосредственного контакта с газовым теплоносителем
воздушная сушка	Нагревание влажных материалов через твердую непроницаемую перегородку
Диэлектрическая сушка	путем нагревания в поле токов высокой частоты

10. Установите соответствия

Радиационная сушка	Нагревание влажных материалов путем непосредственного контакта с газовым теплоносителем
воздушная сушка	Нагревание влажных материалов путем непосредственного контакта с газовым теплоносителем
конвективная сушка	путем передачи тепла инфракрасными лучами.
Сублимационная сушка	сушка в замороженном состоянии при глубоком вакууме

11. Установите соответствия

макропоры в адсорбенте	заполняются адсорбируемыми молекулами
микропоры поры в адсорбентах	служат для образования слоев адсорбируемых молекул
переходные поры в адсорбентах	играют роль транспортных каналов

12. Установите соответствия

Химическая адсорбция	обусловлена взаимным притяжением адсорбата и адсорбента под действием сил Ван-дер-Ваальса и не сопровождается химическим взаимодействием
Физическая адсорбция	обусловлена скоростью внутренней диффузии влаги из глубины к его поверхности.
Скорость сушки	обусловлена химической реакции между молекулами поглощенного вещества и поверхностными молекулами поглотителя и сопровождается возникновением химической связи

13. Установите соответствия

закон Генри:	парциальное давление газа в газовой смеси равно общему давлению, умноженному на мольную долю газа в газовой смеси
Закон Дальтон	выражает зависимость между равновесными концентрациями распределяемого газа в газовой и жидкой фазах.

Закон фазового равновесия	при данной температуре молярная доля газа в растворе (растворимость) пропорциональна парциальному давлению газа над раствором
---------------------------	---

Компетентностно-ориентированная задача.

1. Известно, что на выбранном элементе поверхности массообменного аппарата $\Delta X/\Delta Y = 3$ Какое соотношение K_X/K_Y на этом элементе поверхности? Здесь ΔX и ΔY - локальные движущие силы, а K_X и K_Y – коэффициенты массопередачи, относящиеся соответственно к фазам G и L.
2. Определите величину градиента концентрации перемещаемого массопроводностью вещества A, если величина его концентрации по нормали «n» к поверхности массопроводности выражена формулой $C = 2,5 - 0,15 \chi$ (C-концентрация, χ – расстояние по нормали).
3. Определите размерность коэффициента массопроводности при условии, что концентрация перемещаемого вещества выражена в $\text{кг}/\text{м}^3$, время в сек, а линейный размер в м. В какой фазе происходит указанное перемещение
4. Определить число единиц переноса m_Y , если известно, что $Y_H = 0,9$, $Y_K = 0,1$, а $\Delta Y_{\text{cp}} = 0,2$. В каких единицах выражены приведенные характеристики?
5. Рабочая линия массообменного процесса следует уравнению $X = 4Y$, а линия равновесных концентраций $X_p = 10Y$. Чему равна локальная движущая сила на элементе поверхности, где $Y = 0,1$? В каких единицах она выражена?
6. Растворимость твердого вещества в выбранной жидкой фазе равна 0,05 моль/л, а определяемая анализом оказалась 0,10 моль/л. В каком направлении будет протекать данный массообменный процесс? Как он называется? Чему равна его локальная движущая сила в указанных условиях?
7. Определить по I - x диаграмме Рамзина энтальпию и влагосодержание воздуха при 60°C и $\phi=0,3$.
8. Определить парциальное давление водяного пара в паровоздушной смеси при 80°C и $I=150$ кДж/кг сухого воздуха
9. Воздух с температурой 24°C и $\phi=0,7$ нагревается в калорифере до 90°C . Найти энтальпию и влагосодержание воздуха на выходе из калорифера.
10. Найти аналитически влагосодержание, энтальпию воздуха при 30°C и $\phi=0,75$; $P=0,098$ МПа ($1 \text{ кгс}/\text{см}^2$) и удельный объем влажного воздуха, приходящийся на 1 кг сухого воздуха, т.е. на $(1+x)$ кг паровоздушной смеси.
11. Воздух насыщен паром этилового спирта. Общее давление воздушно-паровой смеси 600 мм рт.ст., температура 60°C . Принимая оба компонента смеси за идеальные газы, определить относительную массовую концентрацию \bar{Y} этилового спирта в смеси и плотность смеси.
12. Смешаны два равных объема бензола и нитробензола. Считая, что объем жидкой смеси равен сумме объемов компонентов, определить плотность смеси, относительную массовую концентрацию \bar{X} нитробензола и его объемную мольную концентрацию C_x .
13. Состав жидкой смеси: хлороформа 20%, ацетона 40%, сероуглерода 40%. Проценты мольные. Определить плотность смеси, считая, что изменения объема при смешении не происходит.

Критерии оценивания решения компетентностно-ориентированной задачи

6-5 баллов выставляется обучающемуся, если решение задачи демонстрирует глубокое понимание обучающимся предложенной проблемы и разностороннее ее рассмотрение; свободно конструируемая работа представляет собой логичное, ясное и при этом

краткое, точное описание хода решения задачи (последовательности (или выполнения) необходимых трудовых действий) и формулировку доказанного, правильного вывода (ответа); при этом обучающимся предложено несколько вариантов решения или оригинальное, нестандартное решение (или наиболее эффективное, или наиболее рациональное, или оптимальное, или единственно правильное решение); задача решена в установленное преподавателем время или с опережением времени.

4-3 балла выставляется обучающемуся, если решение задачи демонстрирует понимание обучающимся предложенной проблемы; задача решена типовым способом в установленное преподавателем время; имеют место общие фразы и (или) несущественные недочеты в описании хода решения и (или) вывода (ответа).

2-1 балла выставляется обучающемуся, если решение задачи демонстрирует поверхностное понимание обучающимся предложенной проблемы; осуществлена попытка шаблонного решения задачи, но при ее решении допущены ошибки и (или) превышено установленное преподавателем время.

0 баллов выставляется обучающемуся, если решение задачи демонстрирует непонимание обучающимся предложенной проблемы, и (или) значительное место занимают общие фразы и голословные рассуждения, и (или) задача не решена.