Promise 从入门到自定义

第 1 章：准备

1.1. 区别实例对象与函数对象

1. 实例对象: new 函数产生的对象，称为实例对象，简称为对象
2. 函数对象: 将函数作为对象使用时，简称为函数对

```
function Fn() {
}
const fn = new Fn()
console.log(Fn.prototype)
Fn.bind({})
$('#test')
$.get('/test')
```

1.2. 二种类型的回调函数

1.2.1. 同步回调

1. 理解: 立即执行，完全执行完了才结束，不会放入回调队列中
2. 例子: 数组遍历相关的回调函数 / Promise 的 excutor 函数

1.2.2. 异步回调

1. 理解: 不会立即执行，会放入回调队列中将来执行

2. 例子: 定时器回调 / ajax 回调 / Promise 的成功|失败的回调

```
const arr = [1, 2, 3]
arr.forEach(item => console.log(item)) // 同步回调，不会放入回调队列，而是立即执行
console.log('forEatch()之后')

setTimeout(() => { // 异步回调，会放入回调队列，所有同步执行完后才可能执行
  console.log('timout 回调')
}, 0)
console.log('setTimeout 之后')
```

1.3. JS 的 error 处理

1.3.1. 错误的类型

1. Error: 所有错误的父类型
2. ReferenceError: 引用的变量不存在
3. TypeError: 数据类型不正确的错误
4. RangeError: 数据值不在其所允许的范围内
5. SyntaxError: 语法错误

1.3.2. 错误处理

1. 捕获错误: try ... catch
2. 抛出错误: throw error

1.3.3. error 对象的结构

1. message 属性: 错误相关信息

2. stack 属性: 函数调用栈记录信息

```
<script>
  /*
  1. 常见的异常错误
  */
  // 1). ReferenceError: 引用的变量不存在
  // console.log(a) // ReferenceError: a is not defined

  // 2). TypeError: 数据类型不正确的错误
  // let b = null
  // console.log(b.xxx) // TypeError: Cannot read property 'xxx' of nul
l

  // 3). RangeError: 数据值不在其所允许的范围内
  // function fn() {
  //   fn()
  // }
  // fn() // RangeError: Maximum call stack size exceeded
```

```
  // SyntaxError: 语法错误
  // let c = """ // SyntaxError: Unexpected string
```

```
  /*
  2. 错误处理
  */
  // 1). 捕获错误: try ... catch
  /*
  try {
    let b = null
    b.xxx()
  } catch (error) {
```

```
    console.log('出错了: ', error.message)
    console.log('出错了: ', error.stack)
  }
  console.log('捕获错误后还可以继续向下执行') */
```

```
  // 2). 抛出错误: throw error
  /*
  function handle() {
    if (Date.now()%2===0) {
      throw new Error('时间为偶数, 不能处理逻辑')
    } else {
      console.log('时间为奇数, 可以处理逻辑')
    }
  }
```

```
  try {
    handle()
  } catch(error) { // 捕获错误, 做相应的提示
    alert('执行出错: ' + error.message)
  } */
</script>
```

第 2 章：promise 的理解和使用

2.1. Promise 是什么?

2.1.1. 理解

1. 抽象表达:

   Promise 是 JS 中进行异步编程的新的解决方案(旧的是谁?)

2. 具体表达:

(1) 从语法上来说: Promise 是一个构造函数

(2) 从功能上来说: promise 对象用来封装一个异步操作并可以获取其结果

2.1.2. promise 的状态改变

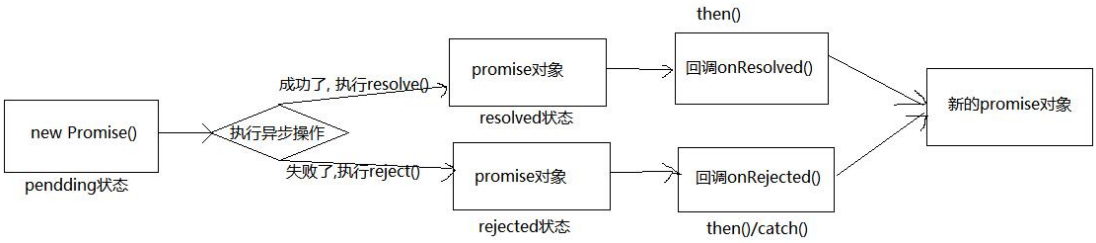
1. pending 变为 resolved
2. pending 变为 rejected

说明: 只有这 2 种, 且一个 promise 对象只能改变一次

无论变为成功还是失败, 都会有一个结果数据

成功的结果数据一般称为 vlaue, 失败的结果数据一般称为 reason

2.1.3. promise 的基本流程



2.1.4. promise 的基本使用

```
// 创建 promise 对象
const p = new Promise((resolve, reject) => {
  // 执行异步操作
  setTimeout(() => {
    const time = Date.now() // 如果当前时间是奇数代表成功, 偶数代表失败
```

```
    // 如果成功了, 调用 resolve(value)
    if (time%2===1) {
      resolve('成功的数据'+time)
    } else {
    // 如果失败了, 调用 reject(reason)
      reject('失败数据'+time)
    }
  }, 1000)
})

// 通过 promise 的 then()指定成功和失败的回调函数
p.then(
  value => {
    console.log('成功的回调, value:', value)
  },
  reason => {
    console.log('失败的回调, reason:', reason)
  }
)
```

2.2. 为什么要用 Promise?

2.2.1. 指定回调函数的方式更加灵活

1. 旧的: 必须在启动异步任务前指定
2. promise: 启动异步任务 => 返回 promie 对象 => 给 promise 对象绑定回调函数(甚至可以在异步任务结束后指定/多个)

2.2.2. 支持链式调用, 可以解决回调地狱问题

1. 什么是回调地狱?

回调函数嵌套调用，外部回调函数异步执行的结果是嵌套的回调执行的条件

2. 回调地狱的缺点?

   不便于阅读

   不便于异常处理

3. 解决方案?

   promise 链式调用

4. 终极解决方案?

   async/await

```
<script>
  /*
  1. 指定回调函数的方式更加灵活:
    旧的: 必须在启动异步任务前指定
    promise: 启动异步任务 => 返回 promie 对象 => 给 promise 对象绑定回调函数(甚至可以在异步任务结束后指定)

  2. 支持链式调用, 可以解决回调地狱问题
    什么是回调地狱? 回调函数嵌套调用, 外部回调函数异步执行的结果是嵌套的回调函数执行的条件
    回调地狱的缺点?  不便于阅读 / 不便于异常处理
    解决方案? promise 链式调用
    终极解决方案? async/await
  */
```

```
  // 成功的回调函数
  function successCallback(result) {
    console.log("声音文件创建成功: " + result);
  }
  // 失败的回调函数
  function failureCallback(error) {
    console.log("声音文件创建失败: " + error);
```

```
}

/* 1.1 使用纯回调函数 */
createAudioFileAsync(audioSettings, successCallback, failureCallback)

/* 1.2. 使用 Promise */
const promise = createAudioFileAsync(audioSettings); // 2
setTimeout(() => {
  promise.then(successCallback, failureCallback);
}, 3000);

/*
2.1. 回调地狱
*/
doSomething(function(result) {
  doSomethingElse(result, function(newResult) {
    doThirdThing(newResult, function(finalResult) {
      console.log('Got the final result: ' + finalResult)
    }, failureCallback)
  }, failureCallback)
}, failureCallback)

/*
2.2. 使用 promise 的链式调用解决回调地狱
*/
doSomething().then(function(result) {
  return doSomethingElse(result)
})
.then(function(newResult) {
  return doThirdThing(newResult)
})
.then(function(finalResult) {
```

```
    console.log('Got the final result: ' + finalResult)
  })
  .catch(failureCallback)

  /*
  2.3. async/await: 回调地狱的终极解决方案
  */
  async function request() {
    try {
      const result = await doSomething()
      const newResult = await doSomethingElse(result)
      const finalResult = await doThirdThing(newResult)
      console.log('Got the final result: ' + finalResult)
    } catch (error) {
      failureCallback(error)
    }
  }
</script>
```

2.3. 如何使用 Promise?

2.3.1. API

1. Promise 构造函数: Promise (excutor) {}

   (1) excutor 函数: 执行器 (resolve, reject) => {}

   (2) resolve 函数: 内部定义成功时我们调用的函数 value => {}

   (3) reject 函数: 内部定义失败时我们调用的函数 reason => {}

   说明: excutor 会在 Promise 内部立即同步回调,异步操作在执行器中执行

2. Promise.prototype.then 方法: (onResolved, onRejected) => {}

(1) onResolved 函数: 成功的回调函数 (value) => {}

(2) onRejected 函数: 失败的回调函数 (reason) => {}

说明: 指定用于得到成功 value 的成功回调和用于得到失败 reason 的失败回调

返回一个新的 promise 对象

3. Promise.prototype.catch 方法: (onRejected) => {}

(1) onRejected 函数: 失败的回调函数 (reason) => {}

说明: then()的语法糖, 相当于: then(undefined, onRejected)

4. Promise.resolve 方法: (value) => {}

(1) value: 成功的数据或 promise 对象

说明: 返回一个成功/失败的 promise 对象

5. Promise.reject 方法: (reason) => {}

(1) reason: 失败的原因

说明: 返回一个失败的 promise 对象

6. Promise.all 方法: (promises) => {}

(1) promises: 包含 n 个 promise 的数组

说明: 返回一个新的 promise, 只有所有的 promise 都成功才成功, 只要有一个失败了就直接失败

7. Promise.race 方法: (promises) => {}

(1) promises: 包含 n 个 promise 的数组

说明: 返回一个新的 promise, 第一个完成的 promise 的结果状态就是最终的结果状态

```
<script>
```

```
/*
  1. Promise 构造函数: Promise (excutor) {}
      excutor 函数: 同步执行  (resolve, reject) => {}
      resolve 函数: 内部定义成功时我们调用的函数 value => {}
      reject 函数: 内部定义失败时我们调用的函数 reason => {}
      说明: excutor 会在 Promise 内部立即同步回调,异步操作在执行器中执行
  2. Promise.prototype.then 方法: (onResolved, onRejected) => {}
      onResolved 函数: 成功的回调函数  (value) => {}
      onRejected 函数: 失败的回调函数 (reason) => {}
      说明: 指定用于得到成功 value 的成功回调和用于得到失败 reason 的失败回调
            返回一个新的 promise 对象
  3. Promise.prototype.catch 方法: (onRejected) => {}
      onRejected 函数: 失败的回调函数 (reason) => {}
      说明: then()的语法糖, 相当于: then(undefined, onRejected)
  4. Promise.resolve 方法: (value) => {}
      value: 成功的数据或 promise 对象
      说明: 返回一个成功/失败的 promise 对象
  5. Promise.reject 方法: (reason) => {}
      reason: 失败的原因
      说明: 返回一个失败的 promise 对象
  6. Promise.all 方法: (promises) => {}
      promises: 包含 n 个 promise 的数组
      说明: 返回一个新的 promise, 只有所有的 promise 都成功才成功, 只要有一
个失败了就直接失败
  7. Promise.race 方法: (promises) => {}
      promises: 包含 n 个 promise 的数组
      说明: 返回一个新的 promise, 第一个完成的 promise 的结果状态就是最终的
结果状态
*/

/*
new Promise((resolve, reject) => {
```

```
  if (Date.now()%2===0) {
    resolve(1)
  } else {
    reject(2)
  }
}).then(value => {
  console.log('onResolved1()', value)
}).catch(reason => {
  console.log('onRejected1()', reason)
})
*/

const p1 = Promise.resolve(1)
const p2 = Promise.resolve(Promise.resolve(3))
const p3 = Promise.resolve(Promise.reject(5))
const p4 = Promise.reject(7)
const p5 = new Promise((resolve, reject) => {
  setTimeout(() => {
    if (Date.now()%2===0) {
      resolve(1)
    } else {
      reject(2)
    }
  }, 100);
})

const pAll = Promise.all([p1, p2, p5])
pAll.then(
  values => {console.log('all 成功了', values)},
  reason => {console.log('all 失败了', reason)}
)
```

```
  // const pRace = Promise.race([p5, p4, p1])
  const pRace = Promise.race([p5, p1, p4])
  pRace.then(
    value => {console.log('race 成功了', value)},
    reason => {console.log('race 失败了', reason)}
  )
</script>
```

2.3.2. promise 的几个关键问题

1. 如何改变 promise 的状态?
   (1) resolve(value): 如果当前是 pendding 就会变为 resolved
   (2) reject(reason): 如果当前是 pendding 就会变为 rejected
   (3) 抛出异常: 如果当前是 pendding 就会变为 rejected

2. 一个 promise 指定多个成功/失败回调函数, 都会调用吗?
   当 promise 改变为对应状态时都会调用

3. 改变 promise 状态和指定回调函数谁先谁后?
   (1) 都有可能, 正常情况下是先指定回调再改变状态, 但也可以先改状态再指定回调
   (2) 如何先改状态再指定回调?
      ① 在执行器中直接调用 resolve()/reject()
      ② 延迟更长时间才调用 then()
   (3) 什么时候才能得到数据?
      ① 如果先指定的回调, 那当状态发生改变时, 回调函数就会调用, 得到数据
      ② 如果先改变的状态, 那当指定回调时, 回调函数就会调用, 得到数据

4. promise.then()返回的新 promise 的结果状态由什么决定?
   (1) 简单表达: 由 then()指定的回调函数执行的结果决定

(2) 详细表达:

① 如果抛出异常，新 promise 变为 rejected, reason 为抛出的异常

② 如果返回的是非 promise 的任意值，新 promise 变为 resolved, value 为返回的值

③ 如果返回的是另一个新 promise，此 promise 的结果就会成为新 promise 的结果

5. promise 如何串连多个操作任务?

(1) promise 的 then()返回一个新的 promise，可以开成 then()的链式调用

(2) 通过 then 的链式调用串连多个同步/异步任务

6. promise 异常传透?

(1) 当使用 promise 的 then 链式调用时，可以在最后指定失败的回调,

(2) 前面任何操作出了异常，都会传到最后失败的回调中处理

7. 中断 promise 链?

(1) 当使用 promise 的 then 链式调用时，在中间中断，不再调用后面的回调函数

(2) 办法: 在回调函数中返回一个 pendding 状态的 promise 对象

第 3 章：自定义(手写)Promise

3.1. 定义整体结构

```
/*
自定义 Promise
*/


(function (window) {
  /*
  Promise 构造函数
  excutor: 内部同步执行的函数  (resolve, reject) => {}
   */
  function Promise(excutor) {
  }
```

```
/*
为 promise 指定成功/失败的回调函数
函数的返回值是一个新的 promise 对象
 */
Promise.prototype.then = function (onResolved, onRejected) {
}

/*
为 promise 指定失败的回调函数
是 then(null, onRejected)的语法糖
 */
Promise.prototype.catch = function (onRejected) {
}

/*
返回一个指定了成功 value 的 promise 对象
 */
Promise.resolve = function (value) {
}

/*
返回一个指定了失败 reason 的 promise 对象
 */
Promise.reject = function (reason) {
}

/*
返回一个 promise, 只有 promises 中所有 promise 都成功时, 才最终成功, 只要有一个失败就直接失败
 */
Promise.all = function (promises) {
}
```

```
  /*
  返回一个 promise，一旦某个 promise 解决或拒绝，返回的 promise 就会解决或拒绝。
  */
  Promise.race = function (promises) {

  }

  // 暴露构造函数
  window.Promise = Promise
})(window)
```

3.2. Promise 构造函数的实现

```
/*
Promise 构造函数
excutor: 内部同步执行的函数 (resolve, reject) => {}
  */
function Promise(excutor) {

  const self = this
  self.status = 'pending' // 状态值，初始状态为 pending，成功了变为 resolved，失败了变为 rejected
  self.data = undefined // 用来保存成功 value 或失败 reason 的属性
  self.callbacks = [] // 用来保存所有待调用的包含 onResolved 和 onRejected 回调函数的对象的数组
  /*
  异步处理成功后应该调用的函数
  value: 将交给 onResolve()的成功数据
    */
  function resolve(value) {
    if(self.status!=='pending') { // 如果当前不是 pending，直接结束
```

```
    return
  }
  // 立即更新状态, 保存数据
  self.status = 'resolved'
  self.data = value
  // 异步调用所有待处理的 onResolved 成功回调函数
  if (self.callbacks.length>0) {
    setTimeout(() => {
      self.callbacks.forEach(obj => {
        obj.onResolved(value)
      })
    })
  }

}

/*
异步处理失败后应该调用的函数
reason: 将交给 onRejected()的失败数据
  */
function reject(reason) {
```

```
  if(self.status!=='pending') { // 如果当前不是 pending, 直接结束
    return
    }

  // 立即更新状态, 保存数据
  self.status = 'rejected'
  self.data = reason
  // 异步调用所有待处理的 onRejected 回调函数
  setTimeout(() => {
    self.callbacks.forEach(obj => {
      obj.onRejected(reason)
```

```
      })
    })
  }

  try {
    // 立即同步调用 excutor()处理
    excutor(resolve, reject)
  } catch (error) { // 如果出了异常, 直接失败
    reject(error)
  }
}
```

3.3. promise.then()/catch()的实现

```
/*
为 promise 指定成功/失败的回调函数
函数的返回值是一个新的 promise 对象
*/
Promise.prototype.then = function (onResolved, onRejected) {
  const self = this

  // 如果 onResolved/onRejected 不是函数, 可它指定一个默认的函数
  onResolved = typeof onResolved==='function' ? onResolved : value => v
alue  // 指定返回的 promise 为一个成功状态, 结果值为 value
  onRejected = typeof onRejected === 'function' ? onRejected : reason =
> {throw reason} // 指定返回的 promise 为一个失败状态, 结果值为 reason
  // 返回一个新的 promise 对象
  return new Promise((resolve, reject) => {
    /*
    专门抽取的用来处理 promise 成功/失败结果的函数
    callback: 成功/失败的回调函数
    */
```

```
    function handle(callback) {
      // 1. 抛出异常  ===> 返回的 promise 变为 rejected
      try {
        const x = callback(self.data)
        // 2. 返回一个新的 promise ===> 得到新的 promise 的结果值作为返回的
promise 的结果值
        if (x instanceof Promise) {
          x.then(resolve, reject) // 一旦 x 成功了, resolve(value), 一旦 x
失败了: reject(reason)
        } else {
          // 3. 返回一个一般值(undefined) ===> 将这个值作为返回的 promise 的
成功值
          resolve(x)
        }
      } catch (error) {
        reject(error)
      }
    }
    if (self.status === 'resolved') { // 当前 promise 已经成功了
      setTimeout(() => {
        handle(onResolved)
      })
    } else if (self.status === 'rejected') { // 当前 promise 已经失败了
      setTimeout(() => {
        handle(onRejected)
      })
    } else { // 当前 promise 还未确定 pending
      // 将 onResolved 和 onRejected 保存起来
      self.callbacks.push({
        onResolved(value) {
          handle(onResolved)
        },
```

```
        onRejected(reason) {
          handle(onRejected)
        }
      })
    }
  })
}
/*
为 promise 指定失败的回调函数
是 then(null, onRejected)的语法糖
  */
Promise.prototype.catch = function (onRejected) {
  return this.then(null, onRejected)
}
```

3.4. Promise.resolve()/reject()的实现

```
/*
返回一个指定了成功 value 的 promise 对象
value: 一般数据或 promise
  */
Promise.resolve = function (value) {
  return new Promise((resolve, reject) => {
    if (value instanceof Promise) {
      value.then(resolve, reject)
    } else {
      resolve(value)
    }
  })
}

/*
```

```
返回一个指定了失败 reason 的 promise 对象
reason: 一般数据/error
  */
Promise.reject = function (reason) {
  return new Promise((resolve, reject) => {
    reject(reason)
  })
}
```

3.5. Promise.all/race()的实现

```
/*
返回一个新的 promise 对象，只有 promises 中所有 promise 都产生成功 value 时，才最终成功，只要有一个失败就直接失败
*/
Promise.all = function (promises) {
  // 返回一个新的 promise
  return new Promise((resolve, reject) => {
    // 已成功的数量
    let resolvedCount = 0
    // 待处理的 promises 数组的长度
    const promisesLength = promises.length
    // 准备一个保存成功值的数组
    const values = new Array(promisesLength)
    // 遍历每个待处理的 promise
    for (let i = 0; i < promisesLength; i++) {
      // promises 中元素可能不是一个数组，需要用 resolve 包装一下
      Promise.resolve(promises[i]).then(
        value => {
          // 成功当前 promise 成功的值到对应的下标
          values[i] = value
          // 成功的数量加 1
```

```
          resolvedCount++
          // 一旦全部成功
          if(resolvedCount===promisesLength) {
            // 将所有成功值的数组作为返回 promise 对象的成功结果值
            resolve(values)
          }
        },
        reason => {
          // 一旦有一个promise产生了失败结果值，将其作为返回promise对象的失败结果值
          reject(reason)
        }
      )
    }
  })
}

/*
返回一个 promise，一旦某个 promise 解决或拒绝， 返回的 promise 就会解决或拒绝。
*/
Promise.race = function (promises) {
  // 返回新的 promise 对象
  return new Promise((resolve, reject) => {
    // 遍历所有 promise
    for (var i = 0; i < promises.length; i++) {
      Promise.resolve(promises[i]).then(
        (value) => { // 只要有一个成功了，返回的 promise 就成功了
          resolve(value)
        },
        (reason) => { // 只要有一个失败了，返回的结果就失败了
          reject(reason)
        }
```

```
      )
    }
  })
}
```

3.6. Promise.resolveDelay()/rejectDelay()的实现

```
/*
  返回一个延迟指定时间才确定结果的 promise 对象
*/
Promise.resolveDelay = function (value, time) {
  return new Promise((resolve, reject) => {
    setTimeout(() => {
      if (value instanceof Promise) { // 如果 value 是一个 promise, 取这个
promise 的结果值作为返回的 promise 的结果值
        value.then(resolve, reject) // 如果 value 成功, 调用
resolve(val), 如果 value 失败了, 调用 reject(reason)
      } else {
        resolve(value)
      }
    }, time);
  })
}

/*
返回一个延迟指定时间才失败的 Promise 对象。
*/
Promise.rejectDelay = function (reason, time) {
  return new Promise((resolve, reject) => {
    setTimeout(() => {
      reject(reason)
    }, time)
```

```
  })
}
```

3.7. ES5 function 完整版本

Promise.js

3.8. ES6 class 完整版

Promise_class.js

第 4 章：async 与 await

4.1. mdn 文档

https://developer.mozilla.org/zh-CN/docs/Web/JavaScript/Reference/Statements/async_function
https://developer.mozilla.org/zh-CN/docs/Web/JavaScript/Reference/Operators/await

4.2. async 函数

1. 函数的返回值为 promise 对象
2. promise 对象的结果由 async 函数执行的返回值决定

4.3. await 表达式

1. await 右侧的表达式一般为 promise 对象，但也可以是其它的值
2. 如果表达式是 promise 对象，await 返回的是 promise 成功的值

3. 如果表达式是其它值，直接将此值作为 await 的返回值

4.4. 注意

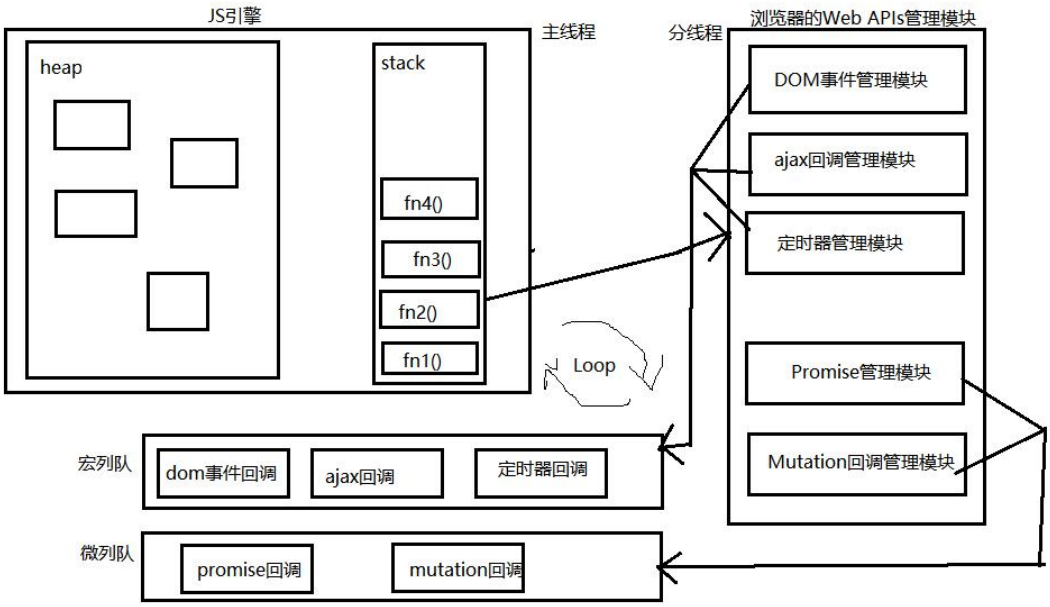
1. await 必须写在 async 函数中，但 async 函数中可以没有 await
2. 如果 await 的 promise 失败了，就会抛出异常，需要通过 try...catch 捕获处理

```
<script>
  function fn1() {
    return Promise.resolve(1)
  }

  function fn2() {
    return 2
  }

  function fn3() {
    return Promise.reject(3)
    // return fn3.test() // 程序运行会抛出异常
  }

  function fn4() {
    return fn3.test() // 程序运行会抛出异常
  }

  // 没有使用 await 的 async 函数
  async function fn5() {
    return 4
  }

  async function fn() {
    // await 右侧是一个成功的 promise
```

```
    const result = await fn1()
    // await 右侧是一个非 promise 的数据
    // const result = await fn2()
    // await 右侧是一个失败的 promise
    // const result = await fn3()
    // await 右侧抛出异常
    // const result = await fn4()
    console.log('result: ', result)
    return result+10
  }

  async function test() {
    try {
      const result2 = await fn()
      console.log('result2', result2)
    } catch (error) {
      console.log('error', error)
    }
    const result3 = await fn4()
    console.log('result4', result3)
  }
  // test()
</script>
```

第 5 章：JS 异步之宏队列与微队列

5.1. 原理图



5.2. 说明

1. JS 中用来存储待执行回调函数的队列包含 2 个不同特定的列队
2. 宏列队: 用来保存待执行的宏任务(回调), 比如: 定时器回调/DOM 事件回调/ajax 回调
3. 微列队: 用来保存待执行的微任务(回调), 比如: promise 的回调/MutationObserver 的回调
4. JS 执行时会区别这 2 个队列
   (1) JS 引擎首先必须先执行所有的初始化同步任务代码
   (2) 每次准备取出第一个宏任务执行前, 都要将所有的微任务一个一个取出来执行

第 6 章：promise 相关面试题

6.1. 面试题 1

```
<script type="text/javascript">
  setTimeout(()=>{
    console.log(1)
  },0)
  Promise.resolve().then(()=>{
    console.log(2)
  })
  Promise.resolve().then(()=>{
    console.log(4)
  })
  console.log(3)
</script>
```

6.2. 面试题 2

```
<script type="text/javascript">
  setTimeout(() => {
    console.log(1)
  }, 0)
  new Promise((resolve) => {
    console.log(2)
    resolve()
  }).then(() => {
    console.log(3)
  }).then(() => {
    console.log(4)
  })
  console.log(5)
```

```
</script>
```

6.3. 面试题 3

```
<script type="text/javascript">
  const first = () => (new Promise((resolve, reject) => {
    console.log(3)
    let p = new Promise((resolve, reject) => {
      console.log(7)
      setTimeout(() => {
        console.log(5)
        resolve(6)
      }, 0)
      resolve(1)
    })
    resolve(2)
    p.then((arg) => {
      console.log(arg)
    })

  }))

  first().then((arg) => {
    console.log(arg)
  })
  console.log(4)
</script>
```

6.4. 面试题 4

```
<script type="text/javascript">
```

```
  setTimeout(() => {
    console.log("0")
  }, 0)
  new Promise((resolve,reject)=>{
    console.log("1")
    resolve()
  }).then(()=>{
    console.log("2")
    new Promise((resolve,reject)=>{
      console.log("3")
      resolve()
    }).then(()=>{
      console.log("4")
    }).then(()=>{
      console.log("5")
    })
  }).then(()=>{
    console.log("6")
  })

  new Promise((resolve,reject)=>{
    console.log("7")
    resolve()
  }).then(()=>{
    console.log("8")
  })
</script>
```

6.5. 面试题 5

手写/自定义 promise