await-async-事件循环

王红元 coderwhy

异步函数 async function

- async关键字用于声明一个异步函数：
  - async是asynchronous单词的缩写，异步、非同步；
  - sync是synchronous单词的缩写，同步、同时；
- async异步函数可以有很多中写法：

```
async function foo1() {
}

const foo2 = async function() {
}

const foo3 = async () => {
}

class Person {
  async foo() {
  }
}
```

异步函数的执行流程

- 异步函数的内部代码执行过程和普通的函数是一致的，默认情况下也是会被同步执行。

- **异步函数有返回值时，和普通函数会有区别：**
  - 情况一：异步函数也可以有返回值，但是异步函数的返回值会被包裹到Promise.resolve中；
  - 情况二：如果我们的异步函数的返回值是Promise，Promise.resolve的状态会由Promise决定；
  - 情况三：如果我们的异步函数的返回值是一个对象并且实现了thenable，那么会由对象的then方法来决定；

- 如果我们在async中抛出了异常，那么程序它并不会像普通函数一样报错，而是会作为Promise的reject来传递；

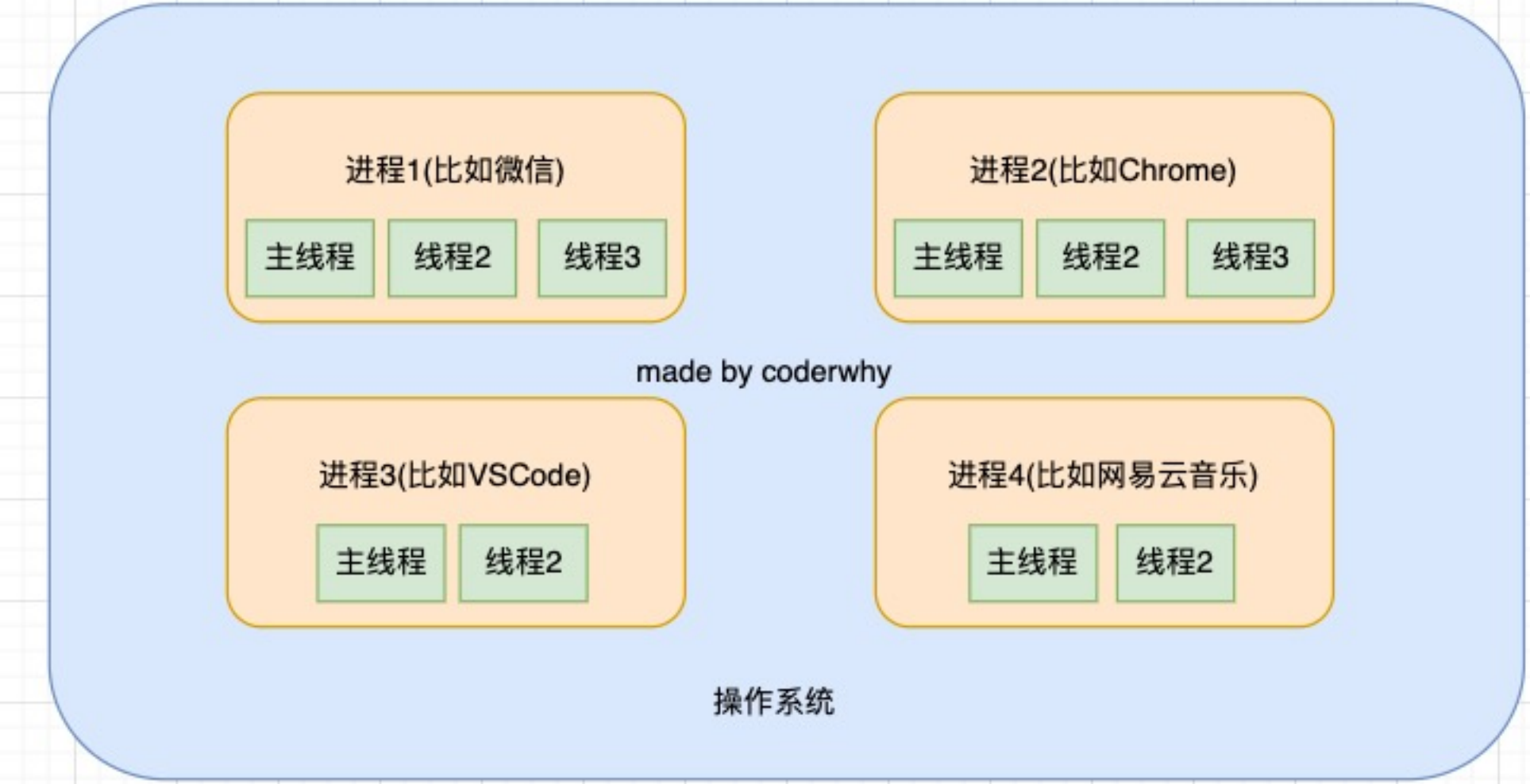
await关键字

- async函数另外一个特殊之处就是可以在它内部使用await关键字，而普通函数中是不可以的。
- await关键字有什么特点呢？
  - 通常使用await是后面会跟上一个表达式，这个表达式会返回一个Promise；
  - 那么await会等到Promise的状态变成fulfilled状态，之后继续执行异步函数；
- 如果await后面是一个普通的值，那么会直接返回这个值；
- 如果await后面是一个thenable的对象，那么会根据对象的then方法调用来决定后续的值；
- 如果await后面的表达式，返回的Promise是reject的状态，那么会将这个reject结果直接作为函数的Promise的reject值；

进程和线程

- **线程和进程是操作系统中的两个概念：**
  - 进程（process）：计算机已经运行的程序，是操作系统管理程序的一种方式；
  - 线程（thread）：操作系统能够运行运算调度的最小单位，通常情况下它被包含在进程中；
- **听起来很抽象，这里还是给出我的解释：**
  - 进程：我们可以认为，启动一个应用程序，就会默认启动一个进程（也可能是多个进程）；
  - 线程：每一个进程中，都会启动至少一个线程用来执行程序中的代码，这个线程被称之为主线程；
  - 所以我们也可以说进程是线程的容器；
- **再用一个形象的例子解释：**
  - 操作系统类似于一个大工厂；
  - 工厂中里有很多车间，这个车间就是进程；
  - 每个车间可能有一个以上的工人在工厂，这个工人就是线程；

操作系统 – 进程 – 线程


进程1(比如微信)
主线程
线程2
线程3
进程2(比如Chrome)
主线程
线程2
线程3
made by coderwhy
进程3(比如VSCode)
主线程
线程2
进程4(比如网易云音乐)
主线程
线程2
操作系统

操作系统的工作方式

- **操作系统是如何做到同时让多个进程（边听歌、边写代码、边查阅资料）同时工作**呢？
  - 这是因为CPU的运算速度非常快，它可以快速的在多个进程之间迅速的切换；
  - 当我们进程中的线程获取到时间片时，就可以快速执行我们编写的代码；
  - 对于用户来说是感受不到这种快速的切换的；
- 你可以在Mac的活动监视器或者Windows的资源管理器中查看到很多进程：

进程名称	% CPU	CPU时间	线程	闲置唤醒	% GPU	GPU时间	PID	用户
预览	0.0	1:06.84	5	0	0.0	1.07	22238	coderwhy
通知中心	0.0	13.80	4	0	0.0	0.11	1157	coderwhy
访达	0.2	12:38.73	11	1	0.0	0.30	1114	coderwhy
聚焦	0.1	1:34.28	6	0	0.0	0.02	1154	coderwhy
网易云音乐	0.0	14:02.49	19	1	0.0	0.01	51482	coderwhy
程序坞	0.5	7:52.11	6	12	0.0	0.03	1112	coderwhy
活动监视器	16.5	4.77	10	2	0.0	0.00	85180	coderwhy
搜狗输入法	0.1	19:59.60	5	0	0.0	0.00	1179	coderwhy
微信	37.5	2:50:05.87	60	65	0.2	5:51.12	27788	coderwhy
小程序	0.0	22.70	14	1	0.0	0.00	27808	coderwhy
备忘录	0.0	3:12.88	4	0	0.0	1.17	74893	coderwhy

浏览器中的JavaScript线程

- 我们经常会说**JavaScript是单线程**的，但是**JavaScript的线程应该有自己的容器进程**：浏览器或者Node。
- **浏览器是一个进程吗，它里面只有一个线程吗？**
  - 目前多数的浏览器其实都是多进程的，当我们打开一个tab页面时就会开启一个新的进程，这是为了防止一个页面卡死而造成所有页面无法响应，整个浏览器需要强制退出；
  - 每个进程中又有很多的线程，其中包括执行JavaScript代码的线程；
- **JavaScript的代码执行是在一个单独的线程中执行的：**
  - 这就意味着JavaScript的代码，在同一个时刻只能做一件事；
  - 如果这件事是非常耗时的，就意味着当前的线程就会被阻塞；
- **所以真正耗时的操作，实际上并不是由JavaScript线程在执行的：**
  - 浏览器的每个进程是多线程的，那么其他线程可以来完成这个耗时的操作；
  - 比如网络请求、定时器，我们只需要在特性的时候执行应该有的回调即可；

浏览器的事件循环

- 如果在执行JavaScript代码的过程中，有异步操作呢？
  - 中间我们插入了一个setTimeout的函数调用；
  - 这个函数被放到入调用栈中，执行会立即结束，并不会阻塞后续代码的执行；

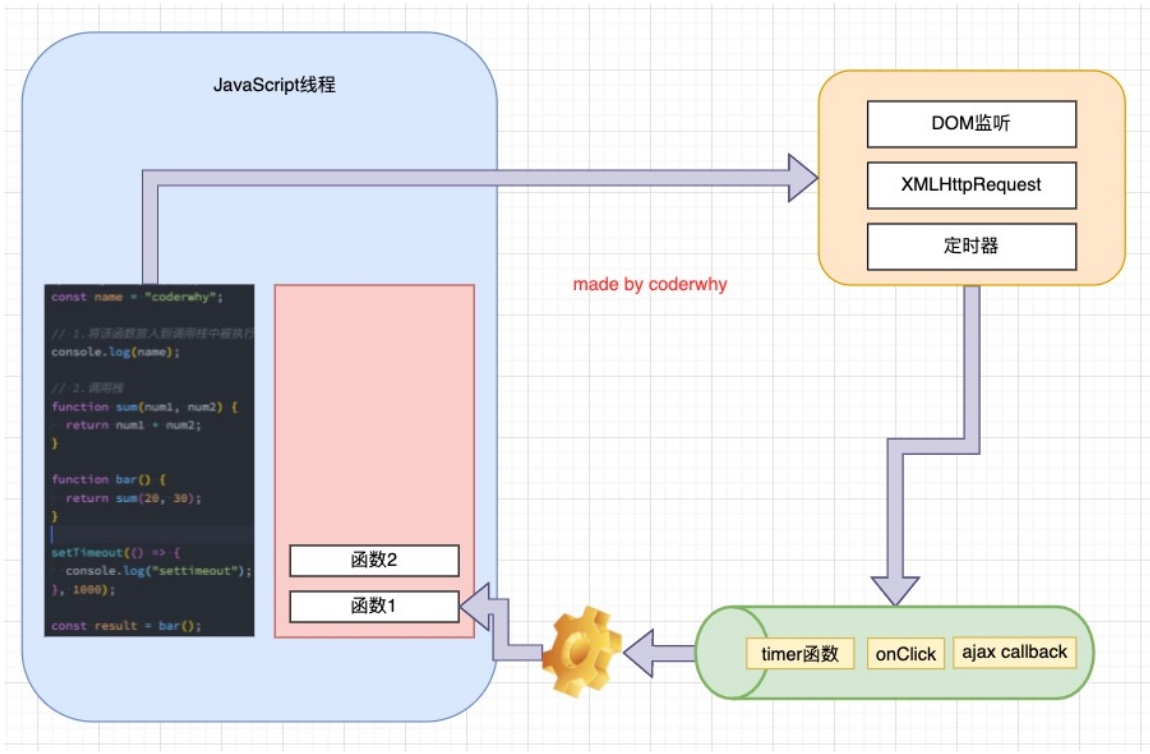
```
function sum(num1, num2) {
  return num1 + num2;
}

function bar() {
  return sum(20, 30);
}

setTimeout(() => {
  console.log("settimeout");
}, 1000);

const result = bar();

console.log(result);
```



宏任务和微任务

- **但是事件循环中并非只维护着一个队列，事实上是有两个队列：**
  - 宏任务队列（macrotask queue）：ajax、setTimeout、setInterval、DOM监听、UI Rendering等
  - 微任务队列（microtask queue）：Promise的then回调、 Mutation Observer API、queueMicrotask()等
- **那么事件循环对于两个队列的优先级是怎么样的呢？**
  - 1.main script中的代码优先执行（编写的顶层script代码）；
  - 2.在执行任何一个宏任务之前（不是队列，是一个宏任务），都会先查看微任务队列中是否有任务需要执行
    - ✓ 也就是宏任务执行之前，必须保证微任务队列是空的；
    - ✓ 如果不为空，那么就优先执行微任务队列中的任务（回调）；
- 下面我们通过几到面试题来练习一下。

Promise面试题

```
setTimeout(function () {
  console.log("setTimeout1");

  new Promise(function (resolve) {
    resolve();
  }).then(function () {
    new Promise(function (resolve) {
      resolve();
    }).then(function () {
      console.log("then4");
    });
    console.log("then2");
  });
});

new Promise(function (resolve) {
  console.log("promise1");
  resolve();
}).then(function () {
  console.log("then1");
});
```

```
setTimeout(function () {
  console.log("setTimeout2");
});

console.log(2);

queueMicrotask(() => {
  console.log("queueMicrotask1")
});

new Promise(function (resolve) {
  resolve();
}).then(function () {
  console.log("then3");
});
```

promise async await 面试题

```
async function async1 () {
  console.log('async1 start')
  await async2();
  console.log('async1 end')
}

async function async2 () {
  console.log('async2')
}

console.log('script start')

setTimeout(function () {
  console.log('setTimeout')
}, 0)
```

```
async1();

new Promise (function (resolve) {
  console.log('promise1')
  resolve();
}).then (function () {
  console.log('promise2')
})

console.log('script end')
```

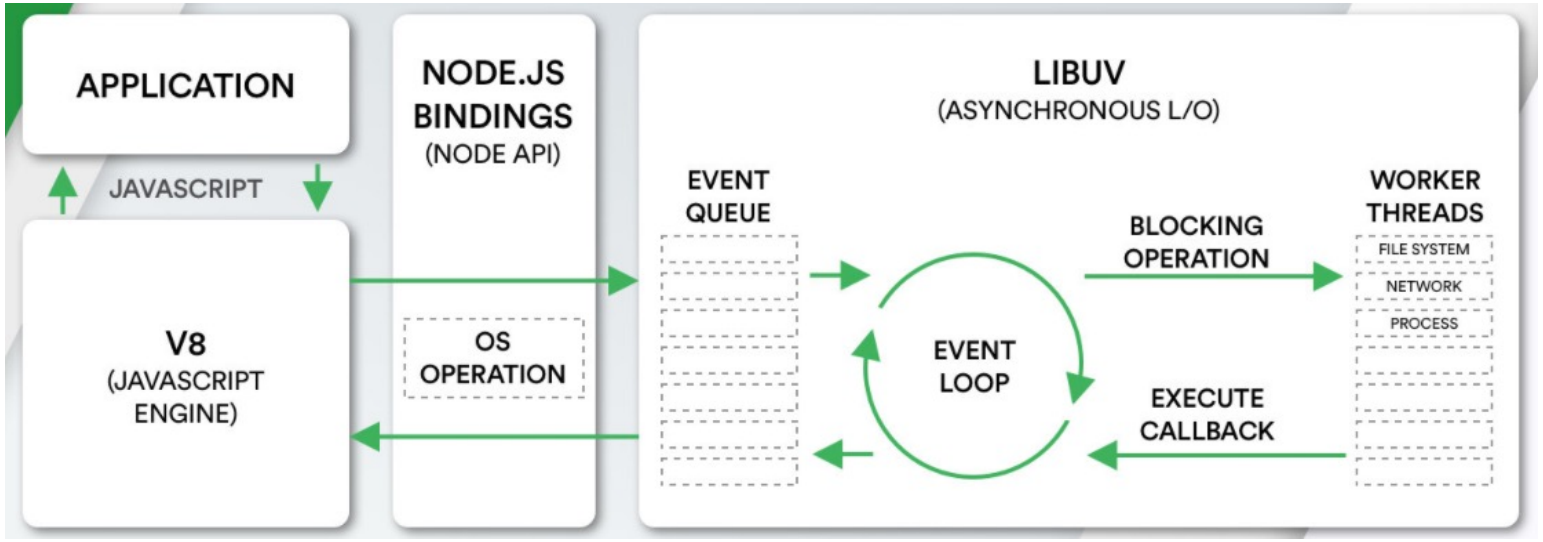
Promise较难面试题

```
Promise.resolve().then(() => {
  console.log(0);
  return Promise.resolve(4)
}).then((res) => {
  console.log(res)
})


Promise.resolve().then(() => {
  console.log(1);
}).then(() => {
  console.log(2);
}).then(() => {
  console.log(3);
}).then(() => {
  console.log(5);
}).then(() =>{
  console.log(6);
})
```

Node的事件循环

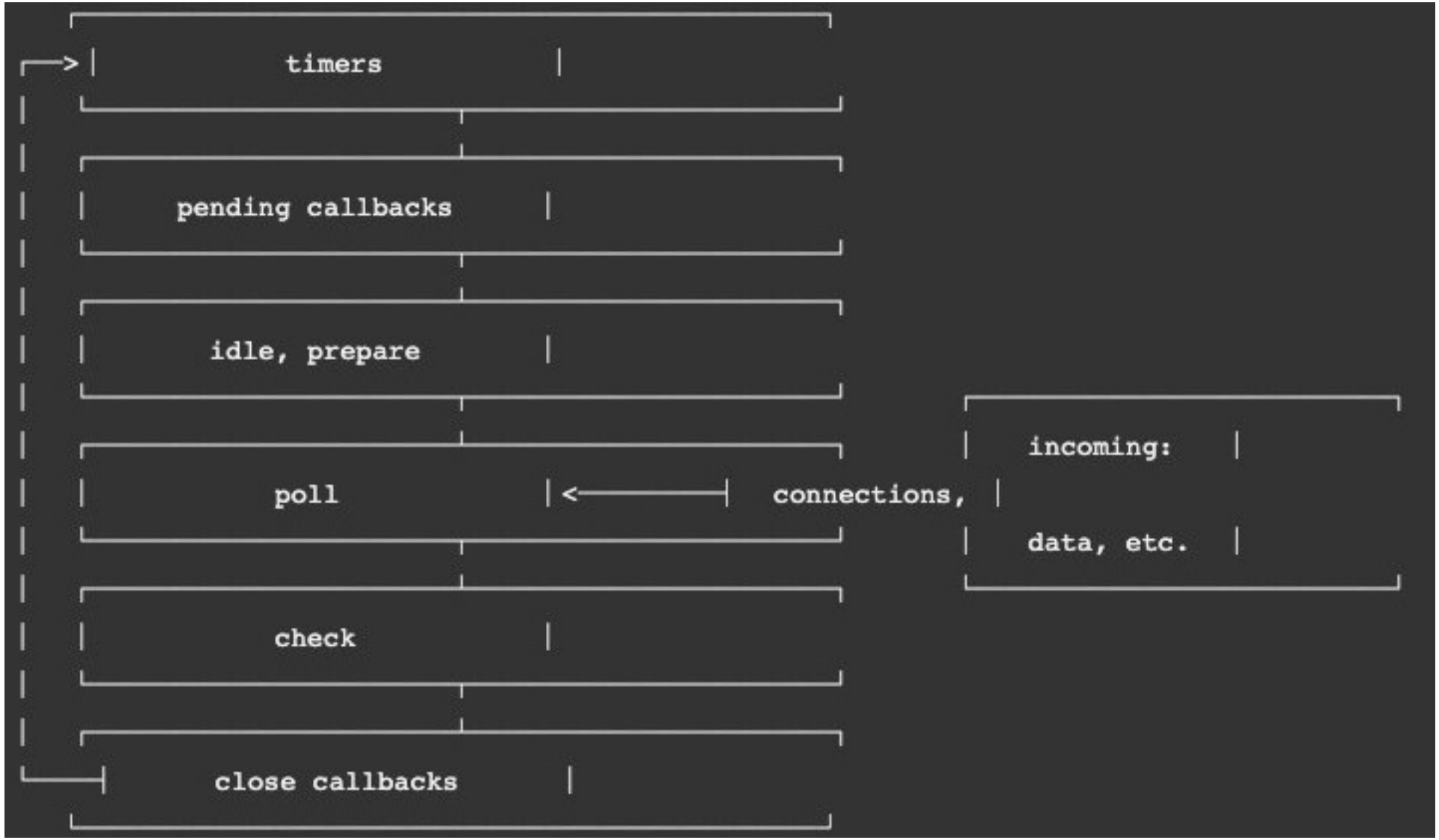
- 浏览器中的EventLoop是根据HTML5定义的规范来实现的，不同的浏览器可能会有不同的实现，而Node中是由libuv实现的。
- 这里我们来给出一个Node的架构图：
  - 我们会发现libuv中主要维护了一个EventLoop和worker threads（线程池）；
  - EventLoop负责调用系统的一些其他操作：文件的IO、Network、child-processes等
- libuv是一个多平台的专注于异步IO的库，它最初是为Node开发的，但是现在也被使用到Luvit、Julia、pyuv等其他地方；



Node事件循环的阶段

- 我们最前面就强调过，**事件循环像是一个桥梁**，是连接着应用程序的JavaScript和系统调用之间的通道：
  - 无论是我们的文件IO、数据库、网络IO、定时器、子进程，在完成对应的操作后，都会将对应的结果和回调函数放到事件循环（任务队列）中；
  - 事件循环会不断的从任务队列中取出对应的事件（回调函数）来执行；
- **但是一次完整的事件循环Tick分成很多个阶段：**
  - **定时器（Timers）**：本阶段执行已经被 setTimeout() 和 setInterval() 的调度回调函数。
  - **待定回调（Pending Callback）**：对某些系统操作（如TCP错误类型）执行回调，比如TCP连接时接收到ECONNREFUSED。
  - **idle, prepare**：仅系统内部使用。
  - **轮询（Poll）**：检索新的 I/O 事件；执行与 I/O 相关的回调；
  - **检测（check）**：setImmediate() 回调函数在这里执行。
  - **关闭的回调函数**：一些关闭的回调函数，如：socket.on('close', ...)。

Node事件循环的阶段图解



Node的宏任务和微任务

- 我们会发现从一次事件循环的Tick来说，Node的事件循环更复杂，它也分为微任务和宏任务：
  - 宏任务（macrotask）：setTimeout、setInterval、IO事件、setImmediate、close事件；
  - 微任务（microtask）：Promise的then回调、process.nextTick、queueMicrotask；
- 但是，Node中的事件循环不只是 微任务队列和 宏任务队列：
  - 微任务队列：
    - ✓ next tick queue：process.nextTick；
    - ✓ other queue：Promise的then回调、queueMicrotask；
  - 宏任务队列：
    - ✓ timer queue：setTimeout、setInterval；
    - ✓ poll queue：IO事件；
    - ✓ check queue：setImmediate；
    - ✓ close queue：close事件；

Node事件循环的顺序

- 所以，在每一次事件循环的tick中，会按照如下顺序来执行代码：
  - next tick microtask queue；
  - other microtask queue；
  - timer queue；
  - poll queue；
  - check queue；
  - close queue；

Node执行面试题

```
async function async1() {
  console.log('async1 start')
  await async2()
  console.log('async1 end')
}

async function async2() {
  console.log('async2')
}

console.log('script start')

setTimeout(function () {
  console.log('setTimeout0')
}, 0)

setTimeout(function () {
  console.log('setTimeout2')
}, 300)
```

```
setImmediate(() => console.log('setImmediate'));

process.nextTick(() => console.log('nextTick1'));

async1();

process.nextTick(() => console.log('nextTick2'));

new Promise(function (resolve) {
  console.log('promise1')
  resolve();
  console.log('promise2')
}).then(function () {
  console.log('promise3')
})

console.log('script end')
```

错误处理方案

- 开发中我们会封装一些工具函数，封装之后给别人使用：
  - 在其他人使用的过程中，可能会传递一些参数；
  - 对于函数来说，需要对这些参数进行验证，否则可能得到的是我们不想要的结果；
- 很多时候我们可能验证到不是希望得到的参数时，就会直接return：
  - 但是return存在很大的弊端：调用者不知道是因为函数内部没有正常执行，还是执行结果就是一个undefined；
  - 事实上，正确的做法应该是如果没有通过某些验证，那么应该让外界知道函数内部报错了；
- 如何可以让一个函数告知外界自己内部出现了错误呢？
  - 通过throw关键字，抛出一个异常；
- throw语句：
  - throw语句用于抛出一个用户自定义的异常；
  - 当遇到throw语句时，当前的函数执行会被停止（throw后面的语句不会执行）；
- 如果我们执行代码，就会报错，拿到错误信息的时候我们可以及时的去修正代码。

throw关键字

- throw表达式就是在throw后面可以跟上一个表达式来表示具体的异常信息：

```
throw expression;
```

- throw关键字可以跟上哪些类型呢？
  - 基本数据类型：比如number、string、Boolean
  - 对象类型：对象类型可以包含更多的信息
- 但是每次写这么长的对象又有点麻烦，所以我们可以创建一个类：

```
class HYError {
  constructor(errCode, errMessage) {
    this.errCode = errCode
    this.errMessage = errMessage
  }
}
```

Error类型

- 事实上，JavaScript已经给我们提供了一个Error类，我们可以直接创建这个类的对象：

```
function foo() {
  throw new Error("error message", "123")
}
```

- Error包含三个属性：
  - messsage：创建Error对象时传入的message；
  - name：Error的名称，通常和类的名称一致；
  - stack：整个Error的错误信息，包括函数的调用栈，当我们直接打印Error对象时，打印的就是stack；
- Error有一些自己的子类：
  - RangeError：下标值越界时使用的错误类型；
  - SyntaxError：解析语法错误时使用的错误类型；
  - TypeError：出现类型错误时，使用的错误类型；

异常的处理

- 我们会发现在之前的代码中，**一个函数抛出了异常，调用它的时候程序会被强制终止：**
  - 这是因为如果我们在调用一个函数时，这个函数抛出了异常，但是我们并没有对这个异常进行处理，那么这个异常会继续传递到上一个函数调用中；
  - 而如果到了最顶层（全局）的代码中依然没有对这个异常的处理代码，这个时候就会报错并且终止程序的运行；
- **我们先来看一下这段代码的异常传递过程：**
  - foo函数在被执行时会抛出异常，也就是我们的bar函数会拿到这个异常；
  - 但是bar函数并没有对这个异常进行处理，那么这个异常就会被继续传递到调用bar函数的函数，也就是test函数；
  - 但是test函数依然没有处理，就会继续传递到我们的全局代码逻辑中；
  - 依然没有被处理，这个时候程序会终止执行，后续代码都不会再执行了；

```
function foo() {
  throw "coderwhy error message"
}

function bar() {
  foo()
}
```

```
function test() {
  bar()
}

test()
console.log("test后续代码~")
```

异常的捕获

- 但是很多情况下当出现异常时，我们并不希望程序直接推出，而是希望可以正确的处理异常：
  - 这个时候我们就可以使用try catch

```
try {
    try_statements
}
[catch (exception_var_1) {
    catch_statements_1
}]
[finally {
    finally_statements
}]
```

```
function foo() {
  throw "coderwhy error message"
}

function bar() {
  try {
    foo()
    console.log("foo后续的代码~")
  } catch (error) {
    console.log(error)
  }
}
```

- 在ES10（ES2019）中，catch后面绑定的error可以省略。
- 当然，如果有一些必须要执行的代码，我们可以使用finally来执行：
  - finally表示最终一定会被执行的代码结构；
  - 注意：如果try和finally中都有返回值，那么会使用finally当中的返回值；