

第三单元 海洋化学资源的综合利用

(粗盐提纯 从海水中提取溴)

新海高级中学 刘学明

国家级海洋经济发展示范区



港口 运输



海水养殖业



海洋渔业







♥ 海洋资源的开发与利用



生物资源



矿产



海洋能源



空间

海洋给予
我们



调节气候



海水中主要元素的含量

元素	浓度/ (mg·L ⁻¹)	元素	浓度/ (mg·L ⁻¹)	元素	浓度/ (mg·L ⁻¹)
锂Li	0.17	钴Co	0.0005	碘I	0.06
硼B	4.6	镍Ni	0.002	铯Cs	0.0005
钠Na	10770	溴Br	67	钡Ba	0.03
镁Mg	1290	铷Rb	0.12	金Au	0.000004
硫S	885	锶Sr	8	汞Hg	0.00003
氯Cl	19350	钼Mo	0.01	铀U	0.003
钾K	380	银Ag	0.00004		
钙Ca	400	镉Cd	0.00011		

从海水中获得氯化钠

海水晒盐

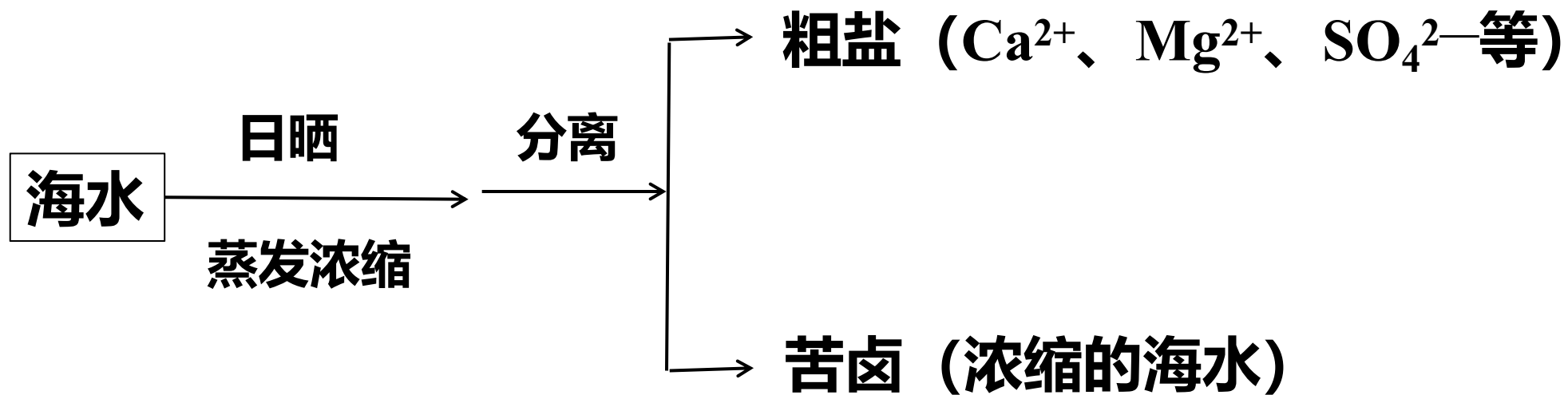


把海水引到盐滩上，利用日光和风力使水分蒸发，得到食盐。

海水在浓缩过程中析出盐的种类和质量

海水密度/ (g·mL ⁻¹)	CaSO ₄	NaCl	MgCl ₂	MgSO ₄	NaBr
1.13	0.56				
1.20	0.91				
1.21	0.05	3.26	0.004	0.008	
1.22	0.015	9.65	0.01	0.04	
1.26	0.01	2.64	0.02	0.02	0.04
1.31		1.40	0.54	0.03	0.06

海水晒盐流程



粗盐提纯

粗盐中含有其他一些盐（如 CaCl_2 、 MgCl_2 、 Na_2SO_4 ）和难溶性杂质，如何进一步除去可溶性杂质以提纯粗盐呢？请选择合适的试剂，设计实验方案。

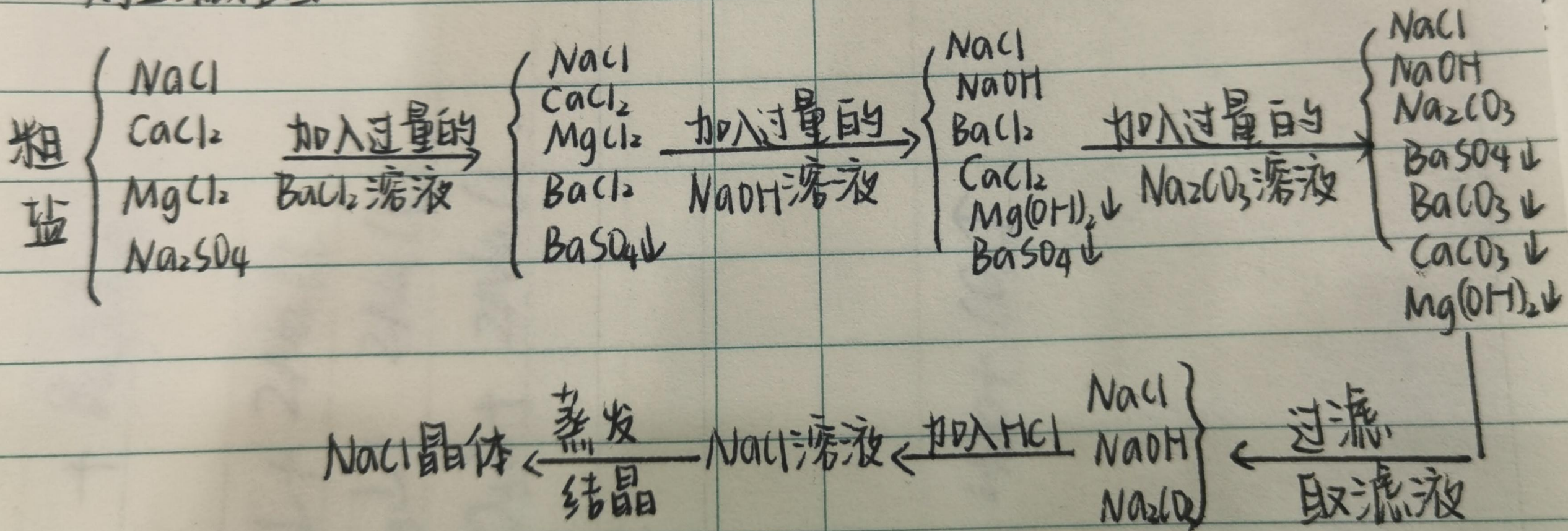
粗盐中含有一些杂质 (如 CaCl_2 MgCl_2 Na_2SO_4)

提纯粗盐

设计提纯方案

选用试剂: BaCl_2 NaOH Na_2CO_3

实验流程图:



粗盐精制流程

粗食盐水

过量 BaCl_2 溶液

除 SO_4^{2-}

过滤

除泥沙及沉淀

蒸发结晶

过量 NaOH 溶液

除 Mg^{2+}

过量稀盐酸

除 CO_3^{2-} 、 OH^-

精制食盐

过量 Na_2CO_3 溶液

除 Ca^{2+} 、 Ba^{2+}

精制食盐水

交流讨论

提纯得到的食盐有什么作用？可以用食盐来发展哪些产业？

发展氯碱工业、

发展纯碱工业（侯德榜联合制碱法）、

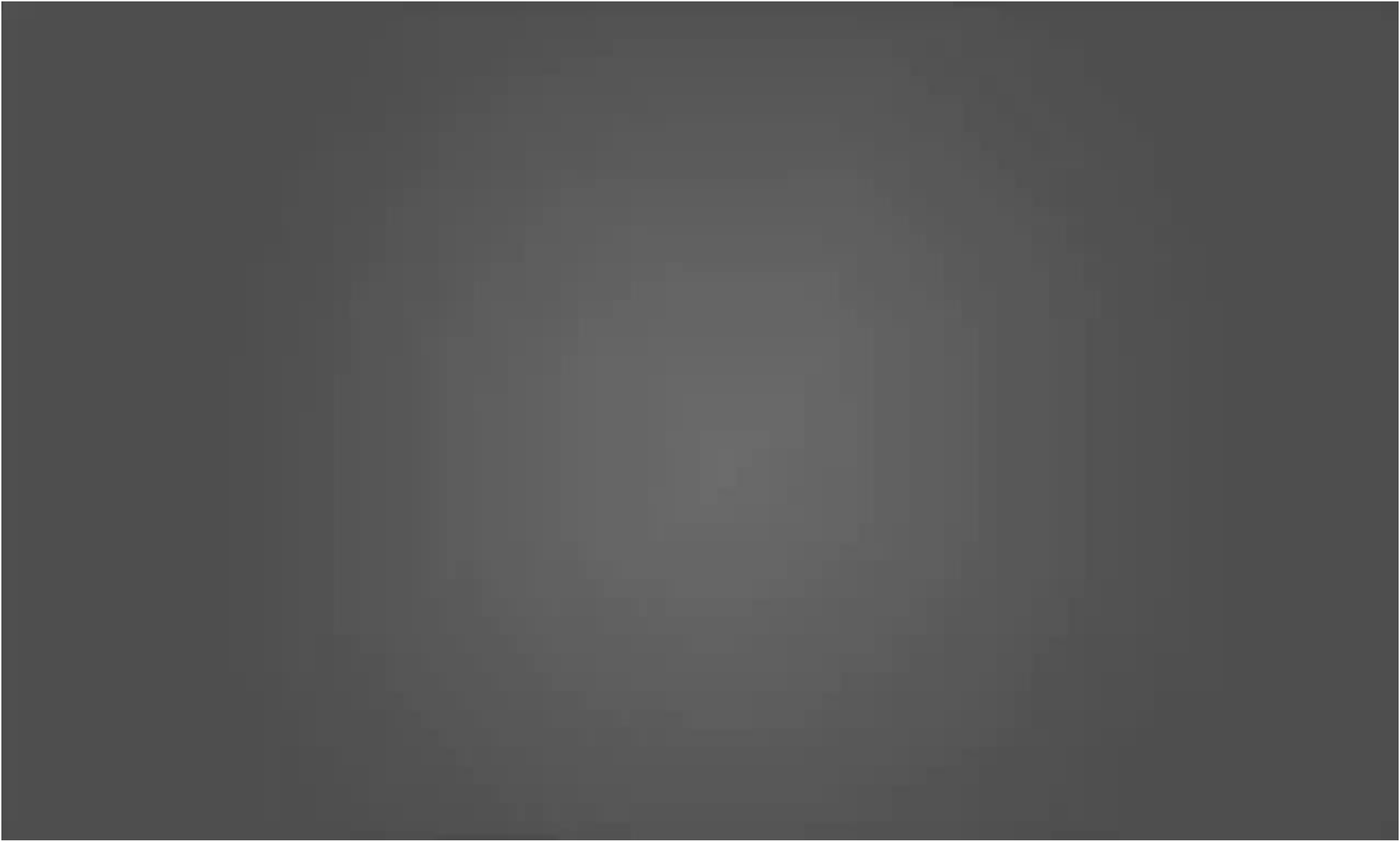
制取单质钠等。

从海水中提取溴

海水中溴元素的含量

海洋元素

元素	浓度/ (mg·L ⁻¹)	元素	浓度/ (mg·L ⁻¹)	元素	浓度/ (mg·L ⁻¹)
锂Li	0.17	钴Co	0.0005	碘I	0.06
硼B	4.6	镍Ni	0.002	铯Cs	0.0005
钠Na	10770	溴Br	67	钡Ba	0.03
镁Mg	1290	铷Rb	0.12	金Au	0.000004
硫S	885	锶Sr	8	汞Hg	0.00003
氯Cl	19350	钼Mo	0.01	铀U	0.003
钾K	380	银Ag	0.00004		
钙Ca	400	镉Cd	0.00011		



溴的物理性质

资料卡片：溴 (Br_2) 是一种深红棕色的液体。常温下， Br_2 是唯一呈液态的非金属单质。密度比水大，在水中溶解性不大，易溶于酒精、四氯化碳等有机溶剂。

沸点为 58.8°C ，易挥发。溴蒸气具有腐蚀性，并且有毒。

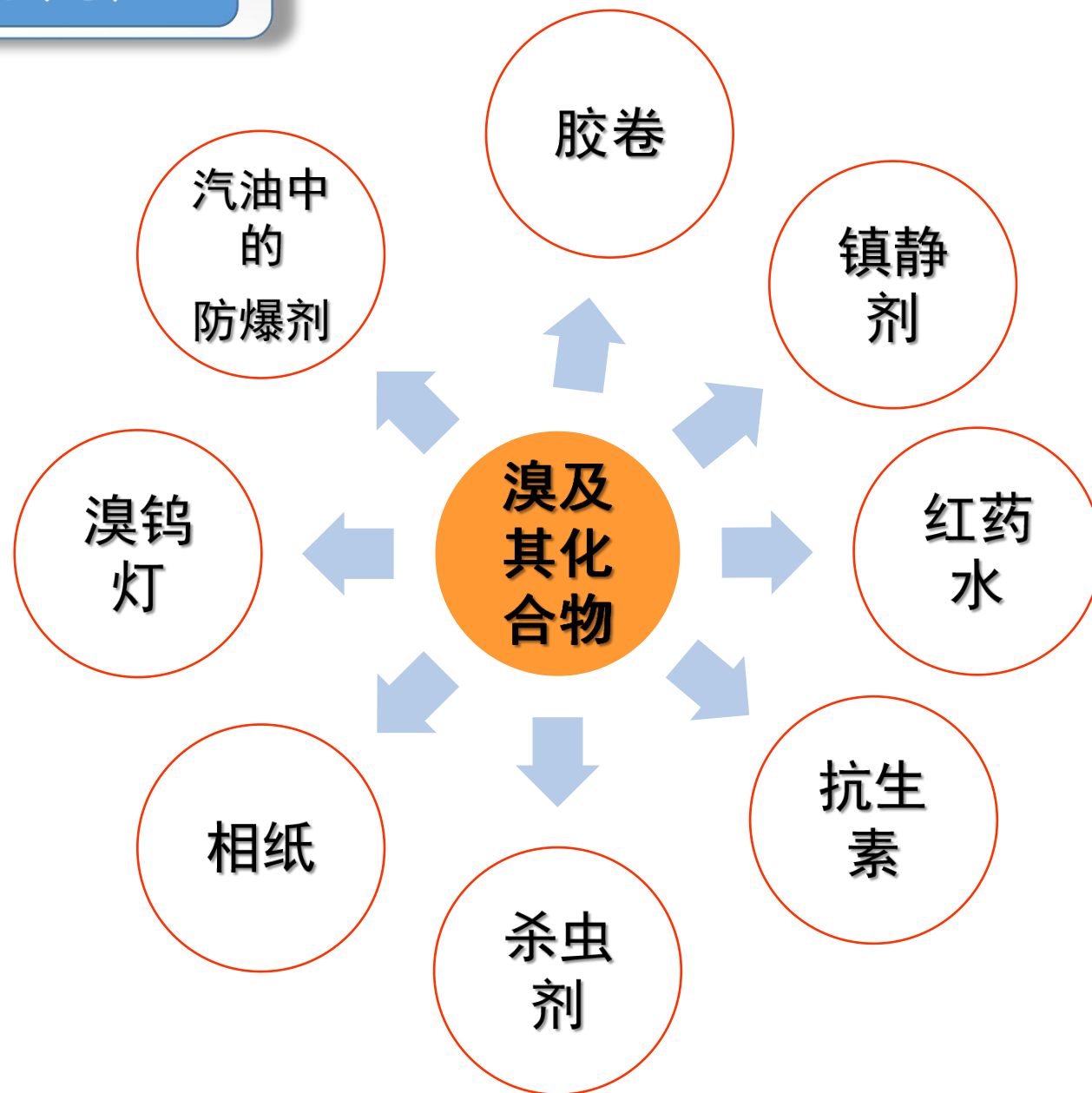


液溴 Br_2



溴蒸气

溴及其化合物的用途



从海水中提取溴

问题1：如果你是一名企业家，会把生产溴的工厂建在哪里？

问题2：如何将海水中的 Br^- 转化为 Br_2 ？



常见氧化剂：氧气、氯气、双氧水、酸性 KMnO_4 、浓硫酸、 KClO_3 、 MnO_2 等

选择决策

常见氧化剂的价格

氧化剂	价格：万元/吨
✓ Cl ₂	0.155
不能将Br ⁻ 氧化 O ₂	0.013
KMnO ₄	3.4
KClO ₃	2.7
H ₂ O ₂	1.4
Na ₂ O ₂	1.7
K ₂ Cr ₂ O ₄	3.8

生产成本

氧化效率

原料提取

探究活动

从海水中提取溴单质的实验

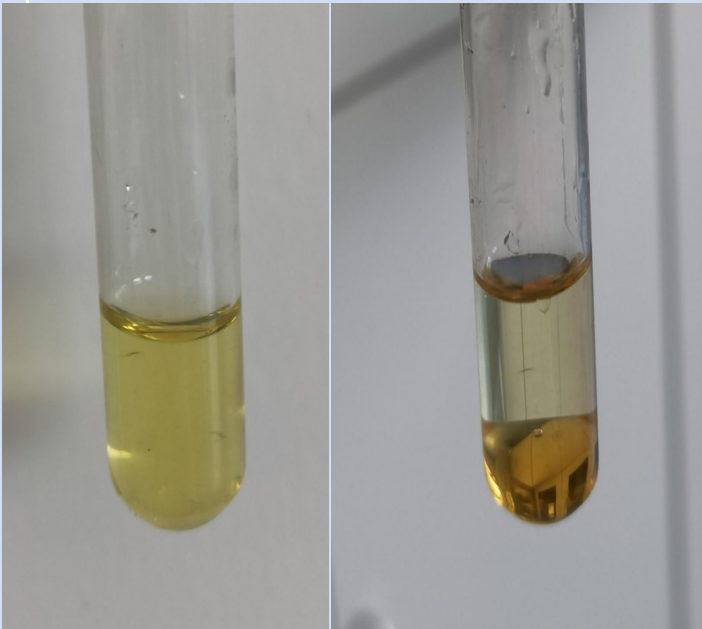
运用实验探究，验证氯气能将溴离子氧化为溴单质，并分析从海水中提取溴的反应原理。

	状态	水	CCl_4 等有机溶剂
Br_2	深红棕色液体	橙黄	橙红

探究活动

从海水中提取溴单质的实验

运用实验探究，验证氯气能否将溴离子转化为溴单质，并分析从海水中提取溴的反应原理。

实验步骤	实验现象	实验结论
①在一支试管中加入2~3ml KBr溶液，滴加少量新制氯水，振荡，静置。 ②再滴加少量CCl₄，振荡，静置。		$\text{Cl}_2 + 2\text{KBr} = \text{Br}_2 + 2\text{KCl}$ 氧化性: $\text{Cl}_2 > \text{Br}_2$

你知道吗

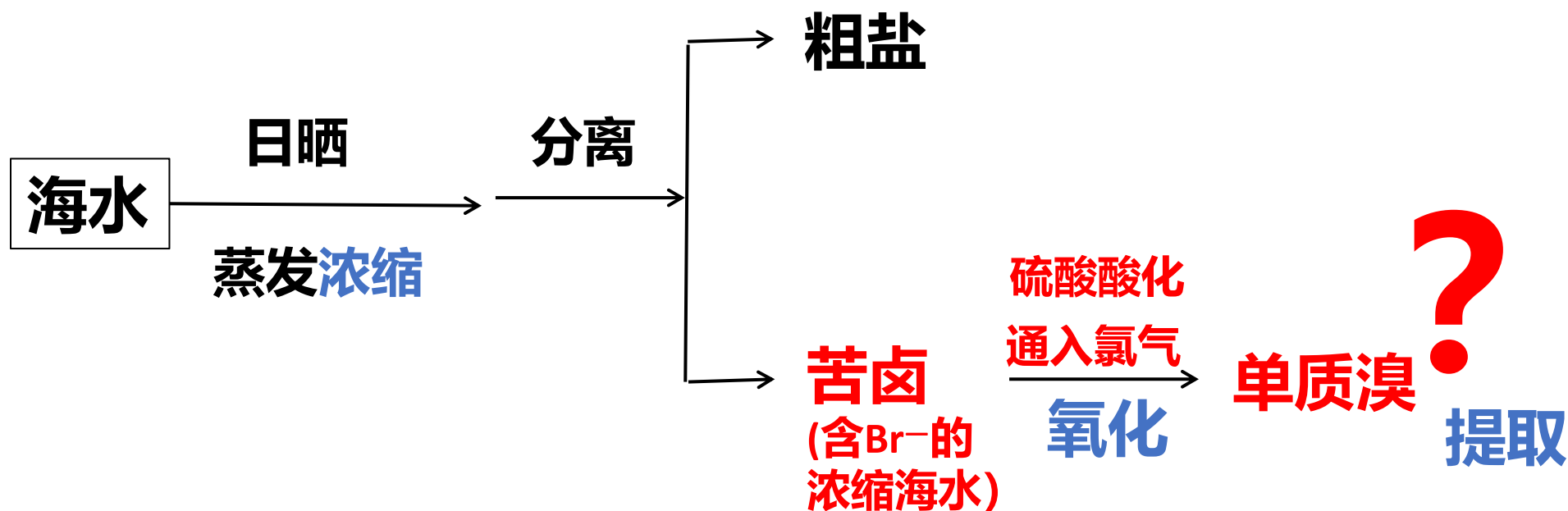
海水中 Br^- 浓度很低，工业上是直接以海水为原料提取 Br_2 吗？

	Br^- 的浓度 (mg /L)
海水	67
卤水 (晒盐之后)	2500 ~ 3000
苦卤 (析盐之后)	6000

资料卡片：早在19世纪初，法国化学家就发现了提取溴的传统方法（以中度卤水和苦卤为原料的空气吹出制溴工艺），这也是目前工业上从海水中提取溴的成熟方法。

从海水中提取溴

思考：经过蒸发浓缩得到的苦卤浓缩液pH大约在8左右，是否能够直接通入氯气制备溴单质呢？



实验室如何提取溴单质？

资料卡片：溴 (Br_2) 是一种深红棕色的液体。常温下， Br_2 是唯一呈液态的非金属单质。密度比水大，在水中溶解性不大，易溶于酒精、四氯化碳等有机溶剂。
沸点为 58.8°C ，易挥发。



液溴 Br_2



溴蒸气

热空气吹出法

阅读教材P79思考：工业上是如何将溶解在海水中的溴提取出来的？

溴易挥发

溴的水
溶液

鼓入热空气

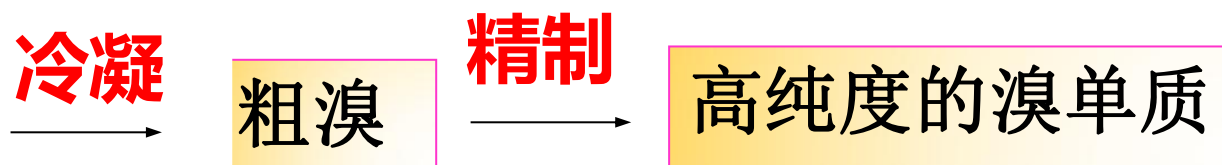
溴和水蒸气

溴的浓度低，如果直接萃取、蒸馏，不仅浪费药品，还容易导致环境污染。

资料卡片：1899年“空气吹出法提溴工艺”诞生。我国于1967年开始用“空气吹出法”进行海水直接提溴，1968年获得成功。现在连云港、青岛、广西的北海等地相继建立了提溴工厂，进行试验生产。

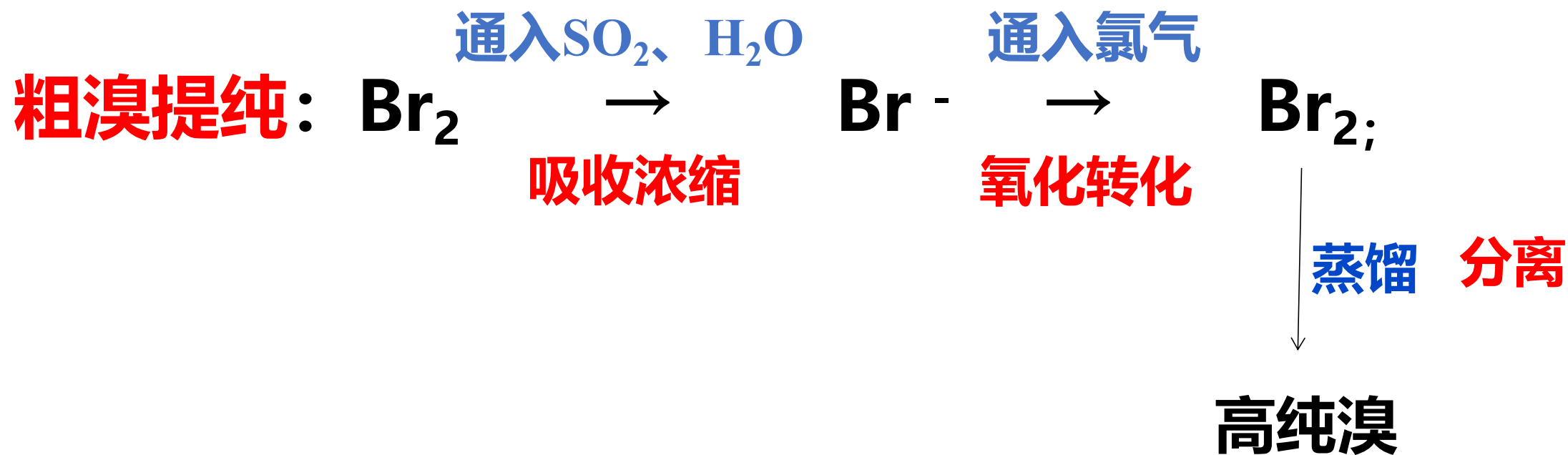
溴的提取

海水提取溴的流程



?

空气吹出——酸液吸收法

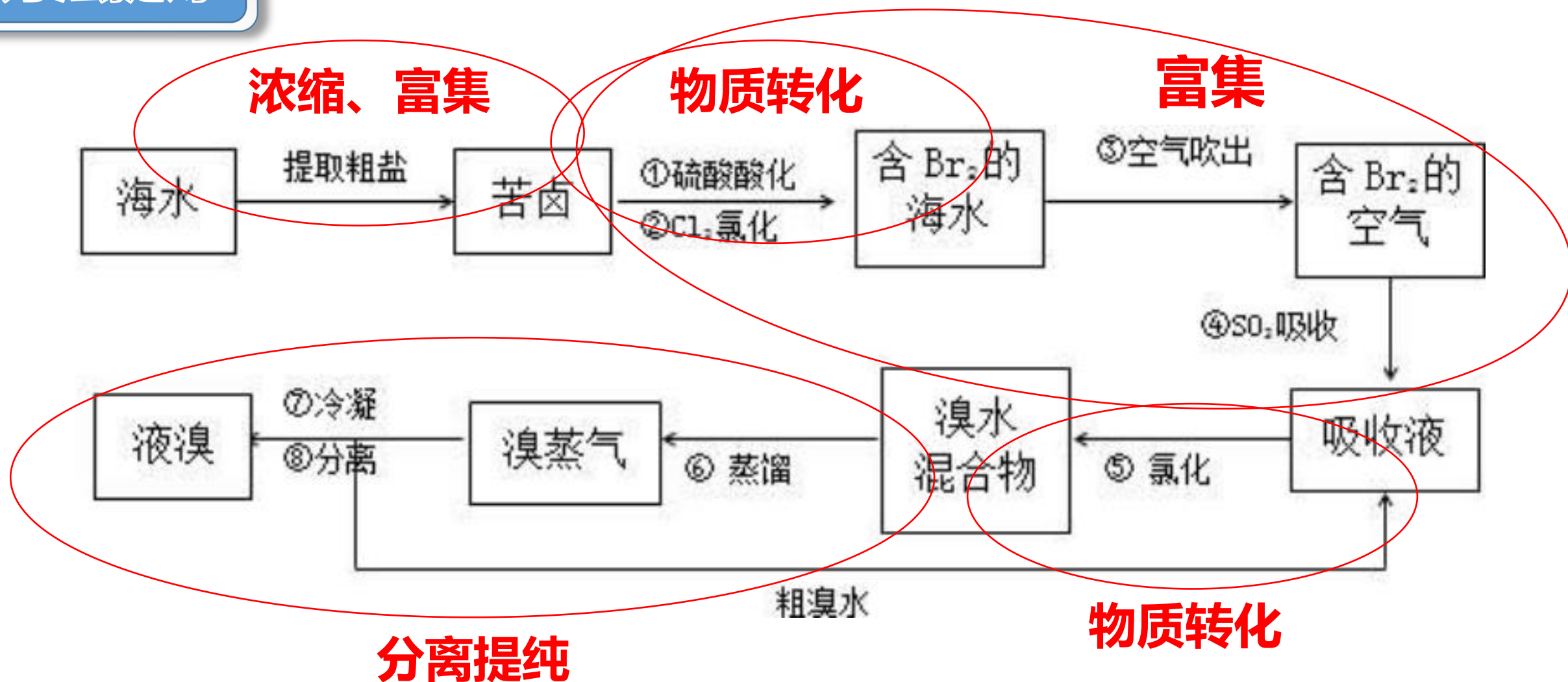


建构模型

请画出工业从海水中提取溴的流程图

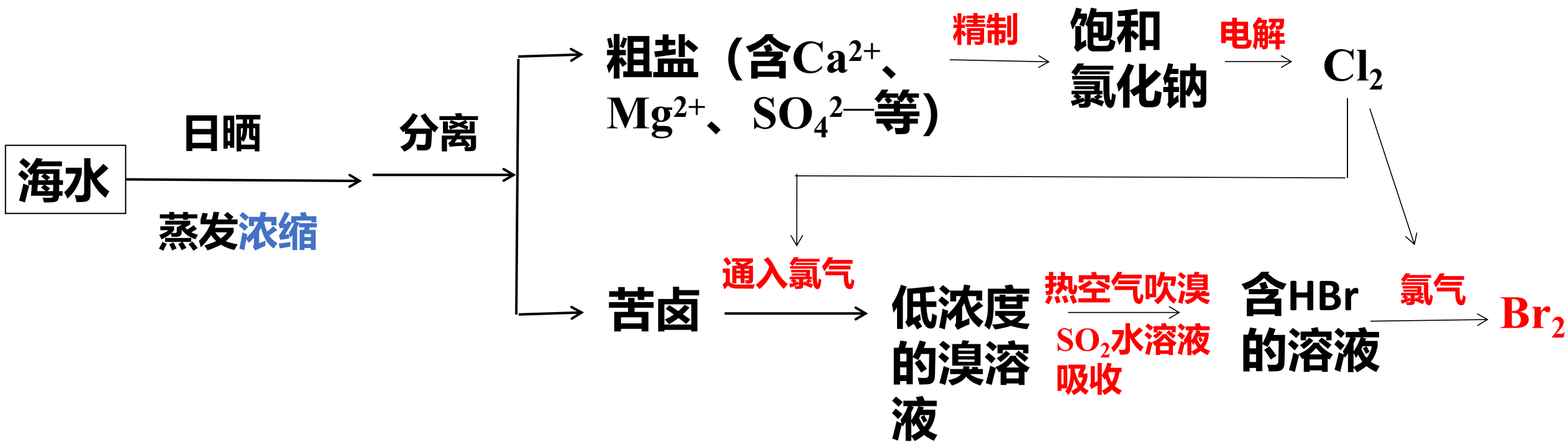
方法提炼

海水提溴实际工业生产流程



工艺的绿色理念：富集原理、经济效益、优化方案、节约资源、保护环境等。

课堂小结



习语

建设海洋强国，我一直
有这样一个信念。

——2018年6月12日，习近平在青岛
海洋科学与技术试点国家实验室考察时强
调



CCTV 央视网
com

联播+

发展海洋经济

建设海洋强国，我一直有这样一个信念。发展海洋经济、海洋科研是推动我们强国战略很重要的一个方面，一定要抓好。关键的技术要靠我们自主来研发，海洋经济的发展前途无量。

——2018年6月12日，在山东考察时的讲话

请大家依据资料设计：从海带中提取碘和从海水中提取镁的流程。