

CH 5.2 细胞的能量 “货币” ATP

Y. K. Fu



本节聚焦

- 为什么说ATP是细胞的能量“货币”？
- ATP与ADP是怎样相互转化的？这有什么意义？
- 细胞中的哪些生命活动需要ATP提供能量？

② 问题探讨

“银烛秋光冷画屏，轻罗小扇扑流萤。天阶夜色凉如水，卧看牵牛织女星。” 让我们重温唐代诗人杜牧这情景交融的诗句，想象夜空中与星光媲美的点点流萤，思考有关生物学问题。



问题探讨

1.萤火虫发光的生物学意义是什么？

萤火虫发光的生物学意义主要是相互传递信号，以便繁衍后代。

2.萤火虫体内有特殊的发光物质吗？

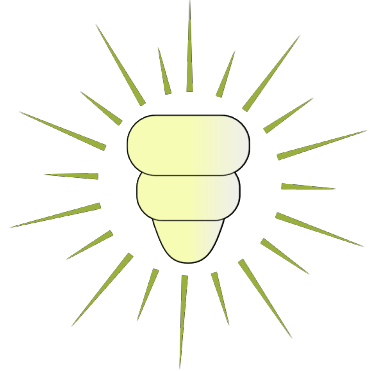
萤火虫腹部后端细胞内的**荧光素**，是其特有的发光物质。

3.在萤火虫发光的过程中能量转化吗？

有，萤火虫腹部细胞内有一些有机物中储存的化学能，只有在转变为光能时才能发光。

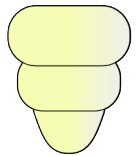
ATP是驱动细胞生命活动的直接能源物质

离体萤火虫发光器一段
时间内继续发出荧光



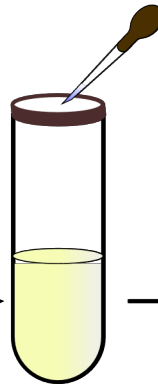
一段时间后

荧光消失

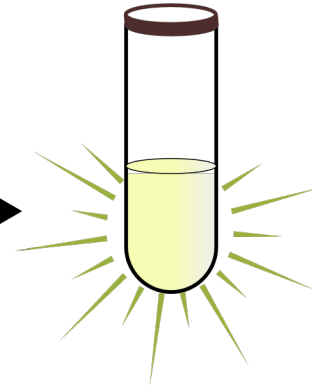


研磨液

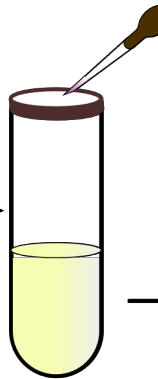
加一定量ATP溶液



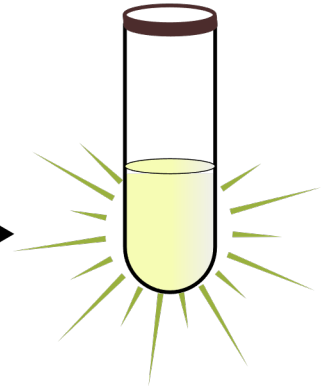
立即发出荧光



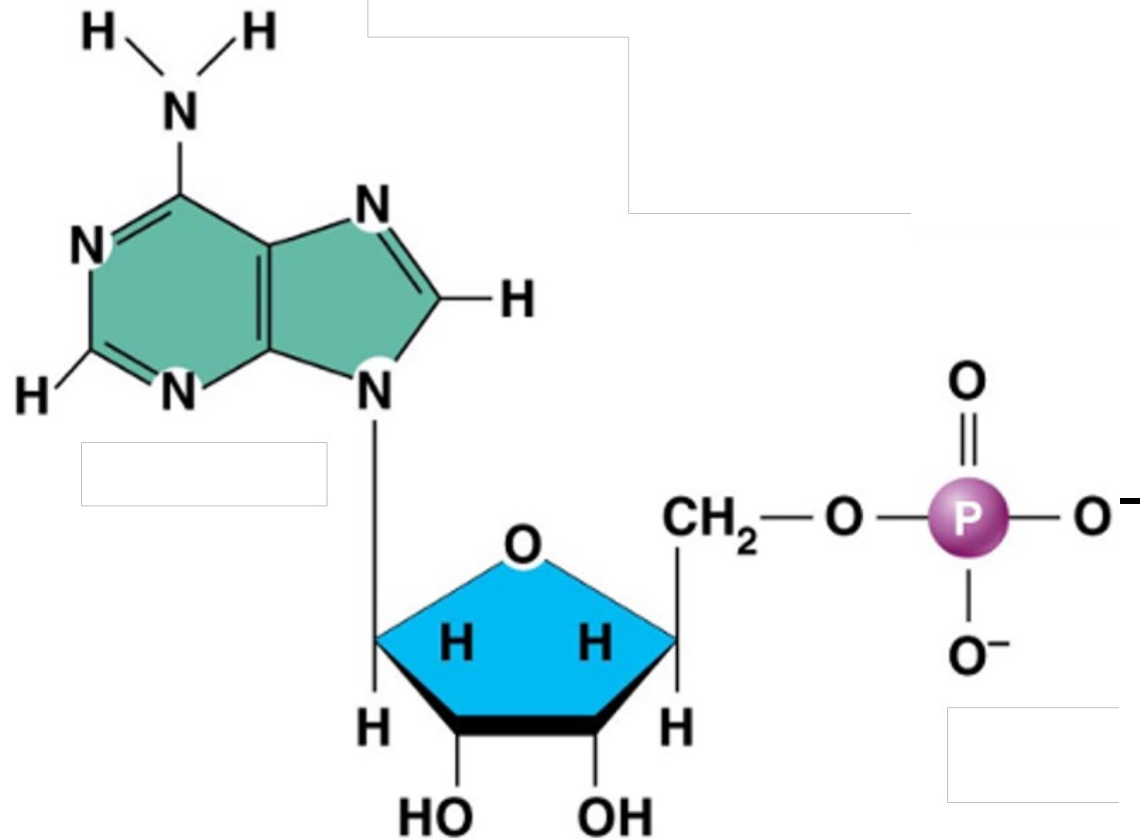
加等量葡萄糖溶液



一段时间后发出荧光



腺苷一磷酸 (adenosine monophosphate , AMP)



腺嘌呤 + 核糖

+

磷酸

= 腺嘌呤核糖核苷酸

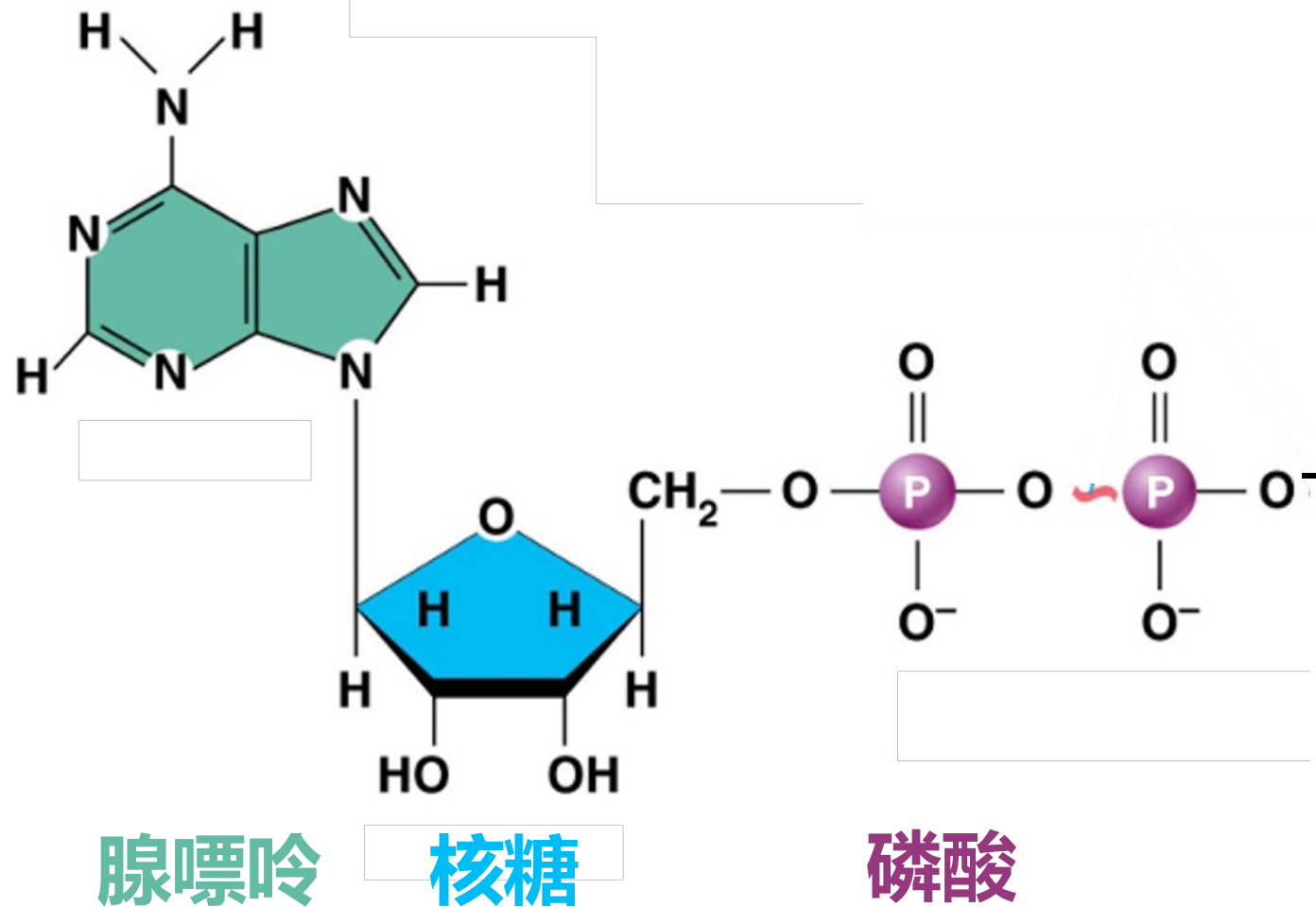
腺苷

+

磷酸

= 腺苷一磷酸

腺苷二磷酸 (adenosine diphosphate , ADP)

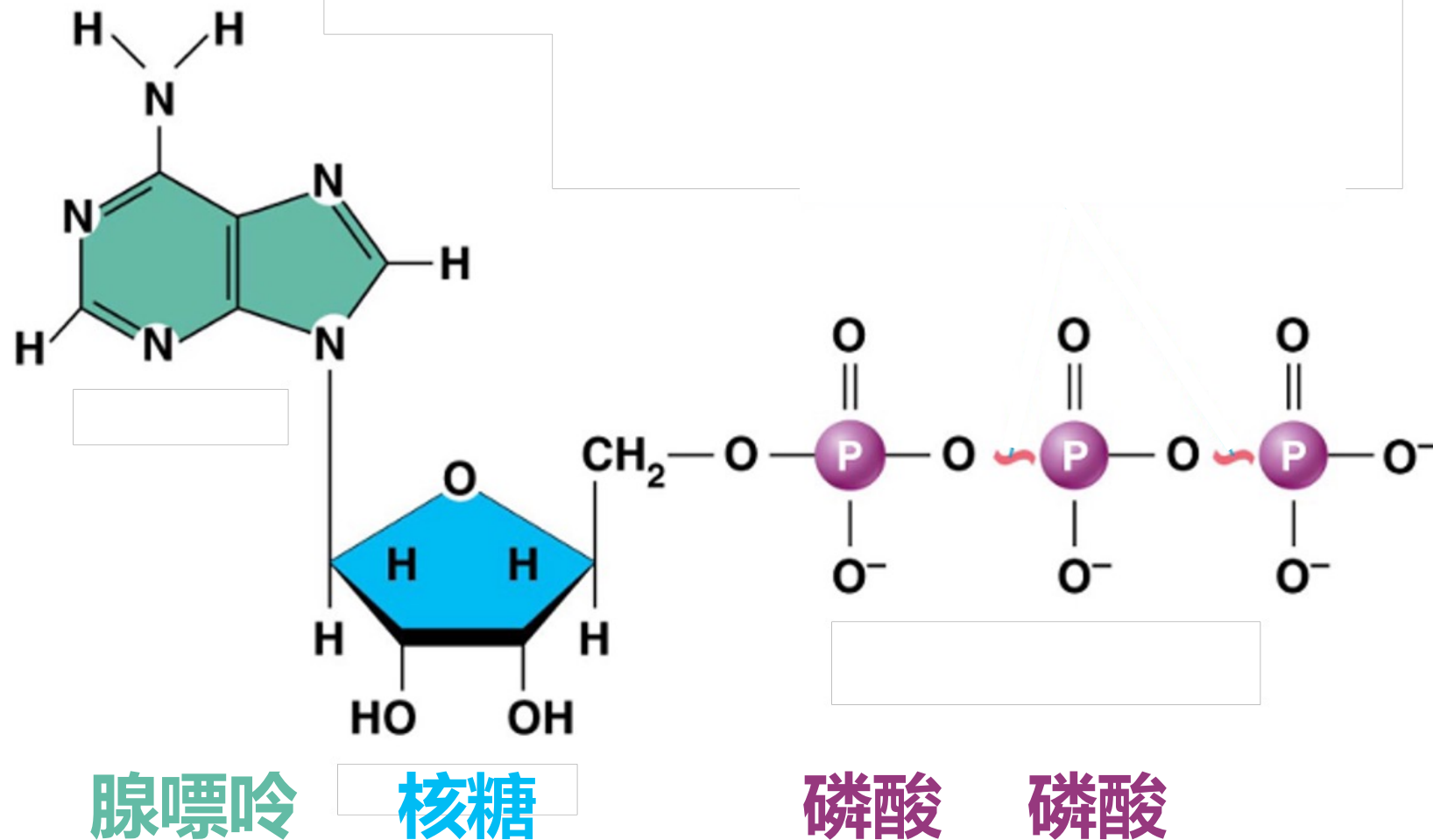


腺苷一磷酸

+ 磷酸

= 腺苷二磷酸

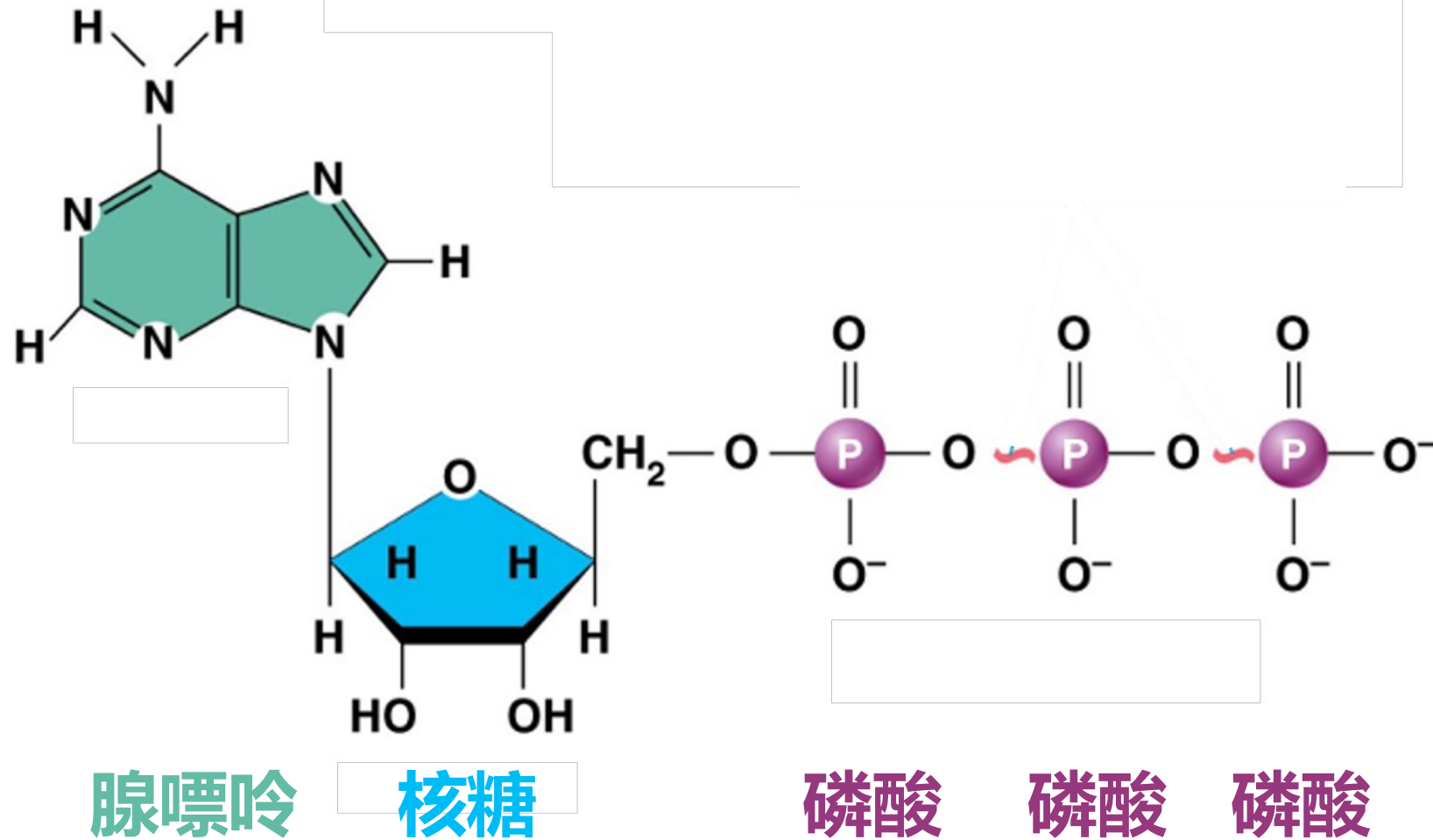
腺苷三磷酸 (adenosine triphosphate , ATP)



腺苷二磷酸

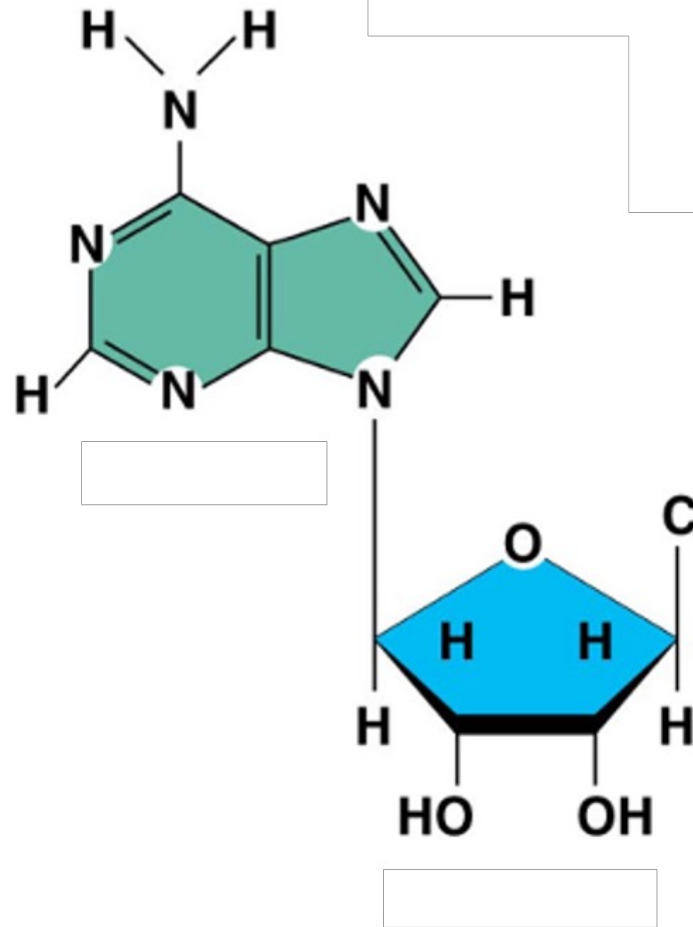
+ 磷酸 = 腺苷三磷酸

腺苷三磷酸 (adenosine triphosphate , ATP)



腺苷三磷酸

CH 5.2.1 ATP是一种高能磷酸化合物



一种特殊的化学键

全称：腺苷三磷酸

简写：A-P~P~P

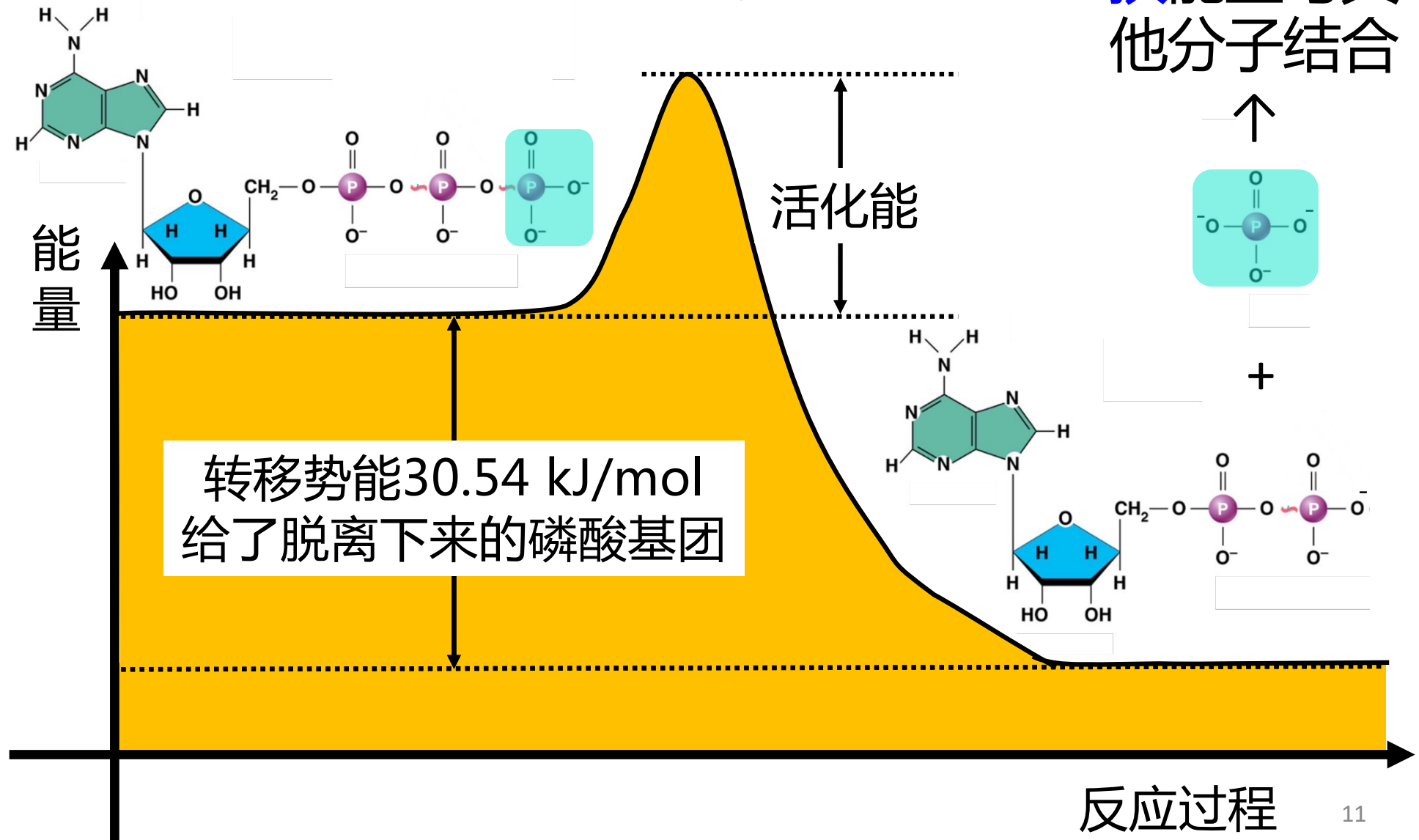
A：腺苷

P：磷酸基团

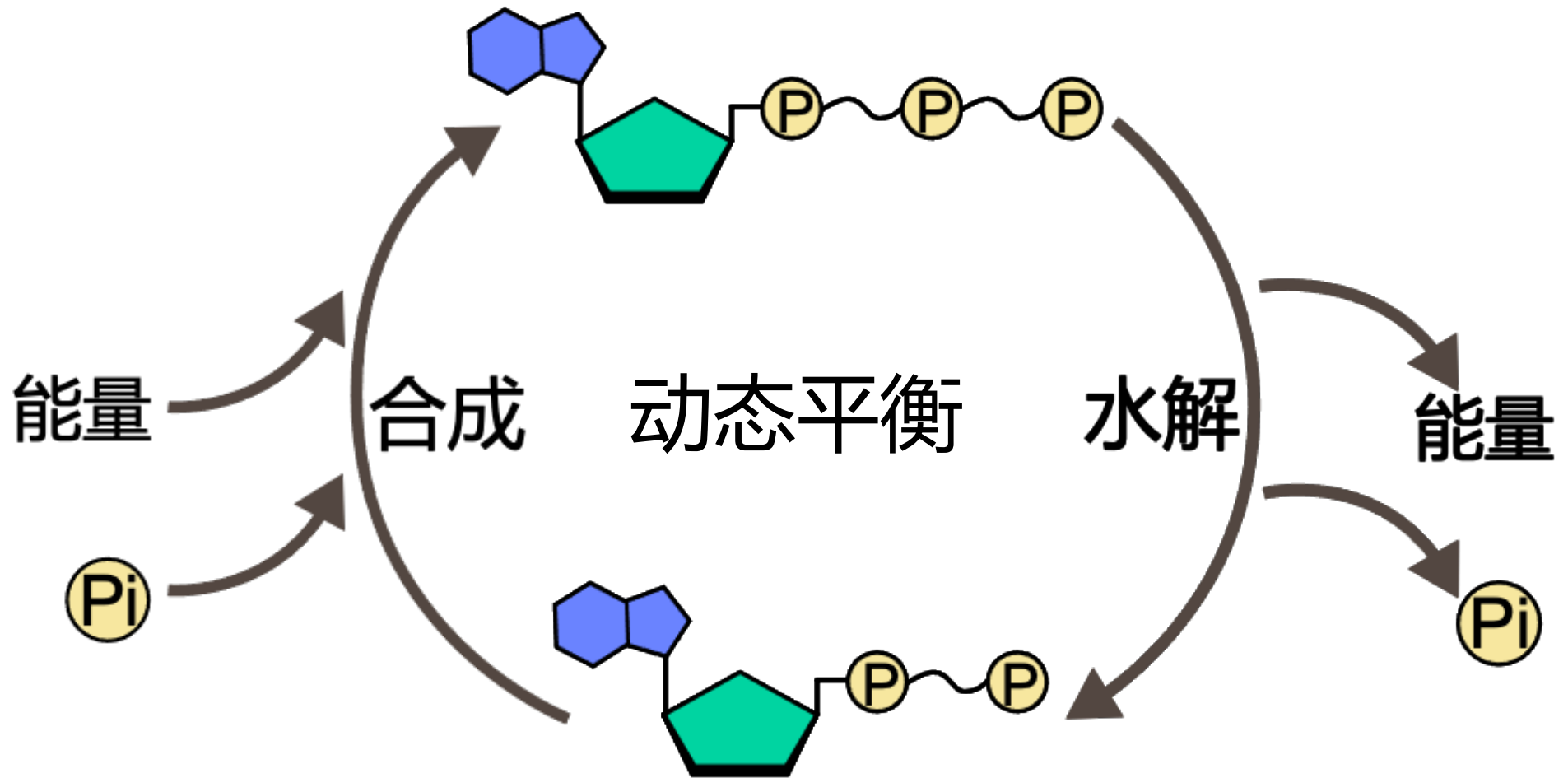
~：一种特殊的化学键

CH 5.2.1 ATP是一种高能磷酸化合物

末端磷酸基团具有较高的**转移势能**。



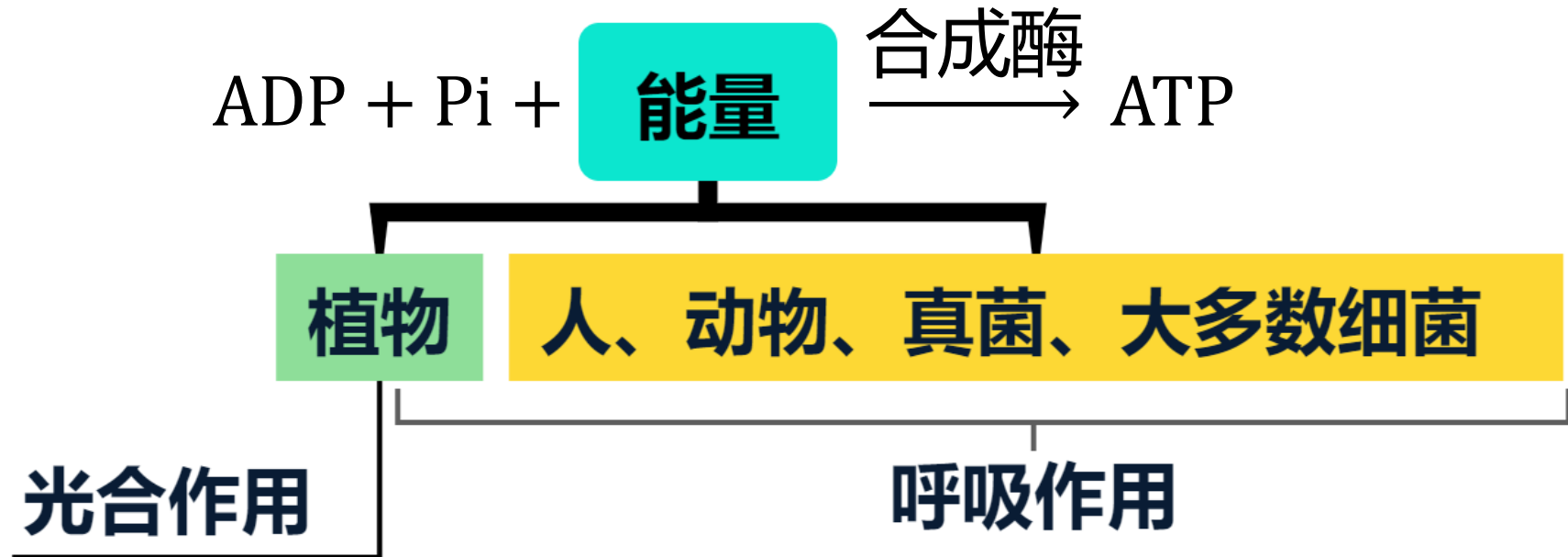
CH 5.2.2 ATP与ADP可以相互转化



剧烈运动时ATP消耗和生成速率：0.5 kg / min

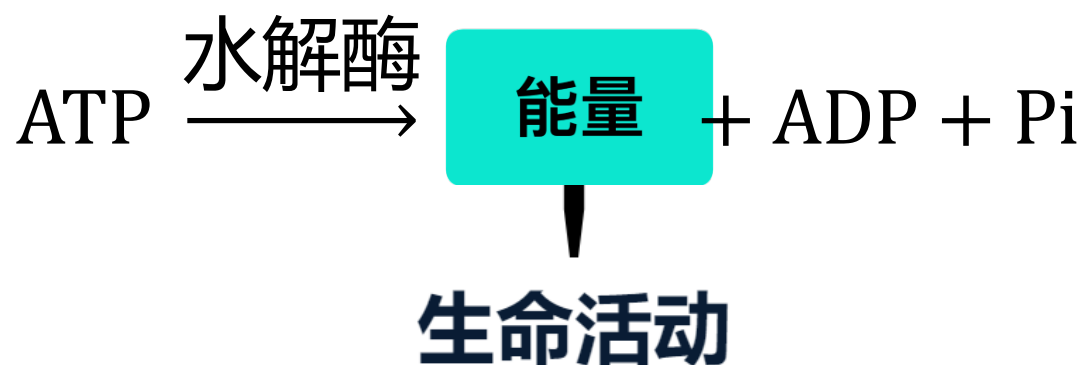
人体内ATP真实含量2~10 mg

CH 5.2.2 ATP与ADP可以相互转化



有机物中稳定化学能释放出来用于合成ATP，称之为**放能反应**。

CH 5.2.3 ATP的利用

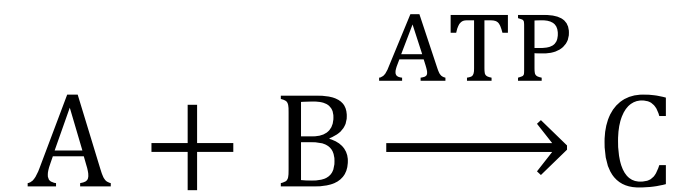


细胞开展生命活动，需要直接吸收ATP提供的能量，称之为**吸能反应**。

- ① 萤火虫发光、电鳗发电、大脑思考
- ② 主动运输、胞吞胞吐
- ③ 物质合成
- ④ 肌肉收缩

CH 5.2.3.1 用于物质合成

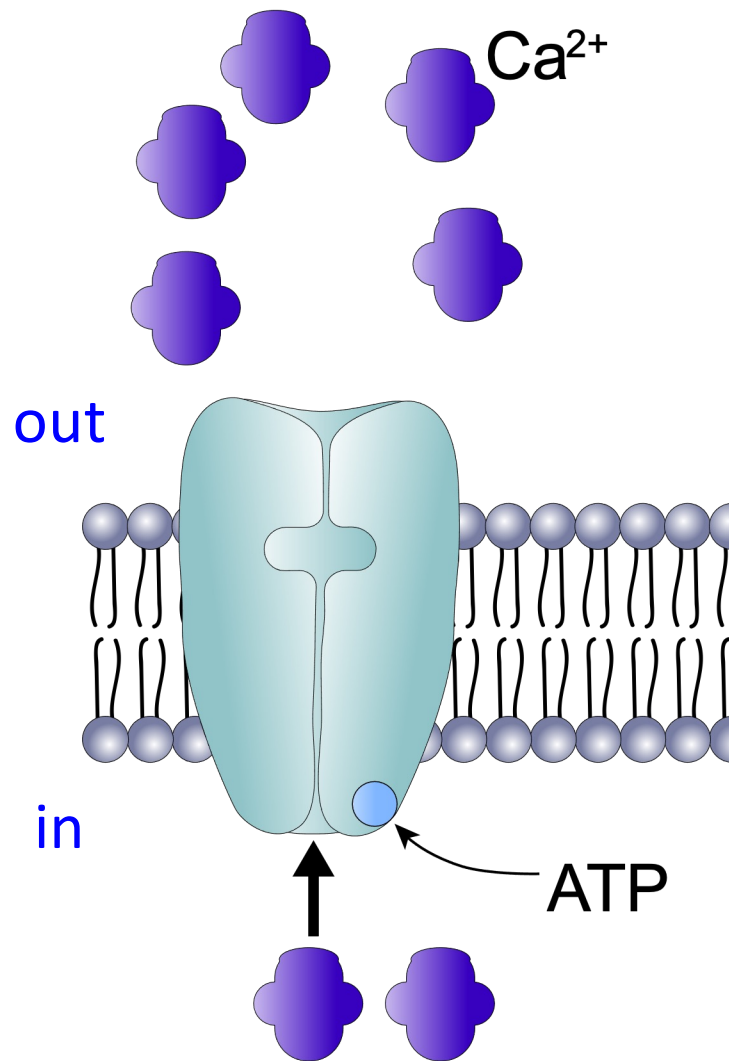
e.g.,



CH 5.2.3.2 用于肌肉收缩

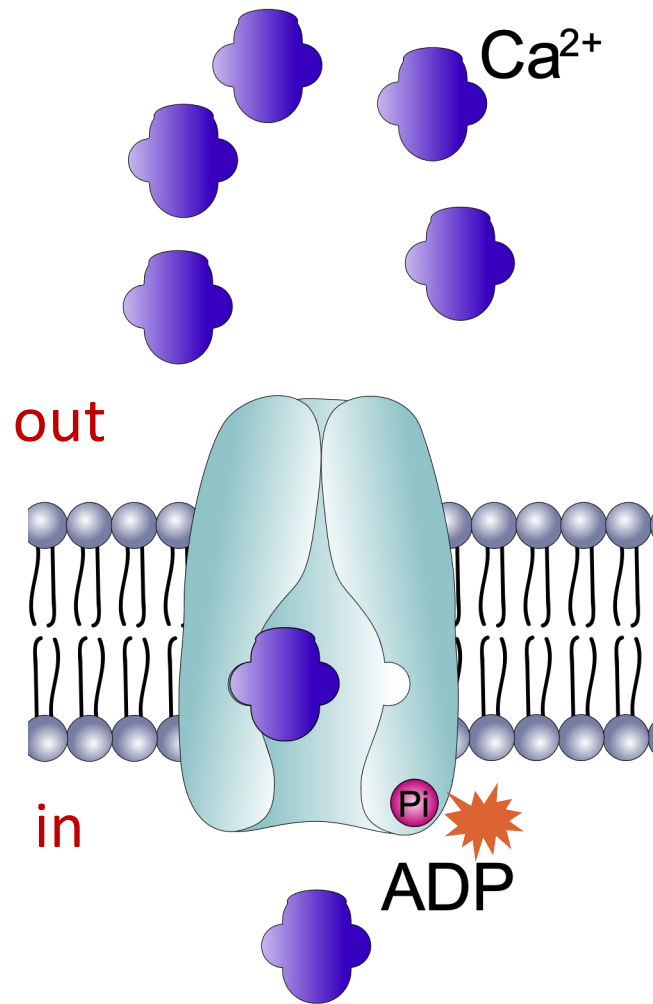


CH 5.2.3.3 Ca^{2+} 主动运输



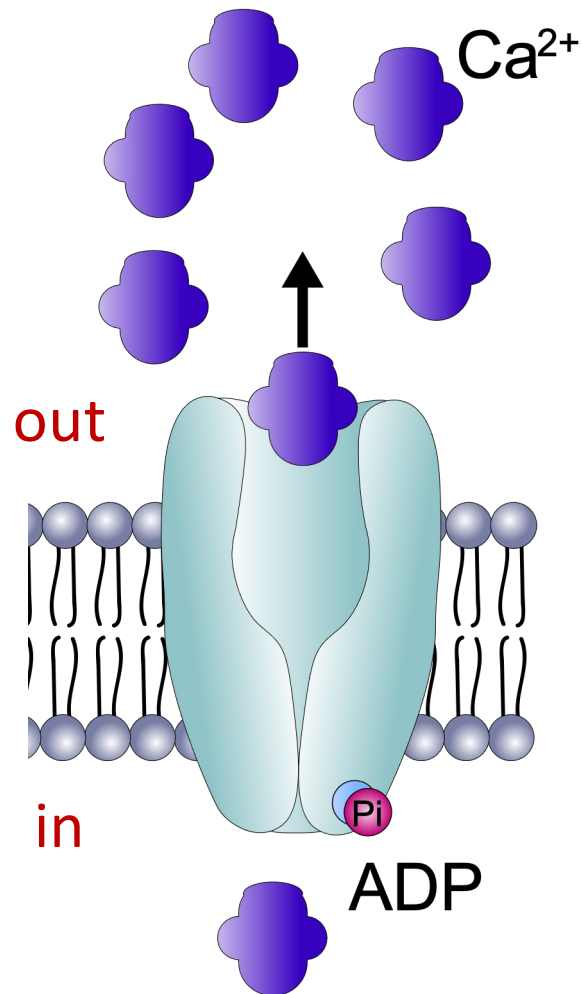
①参与 Ca^{2+} 主动运输的载体蛋白是一种能催化ATP水解的酶。当膜内侧的 Ca^{2+} 与其相应位点结合时，其酶活性就被激活了。

CH 5.2.3.3 Ca^{2+} 主动运输



②在载体蛋白这种酶的作用下，ATP分子的末端磷酸基团脱离下来与载体蛋白结合，这一过程伴随能量的转移，这就是载体蛋白磷酸化。

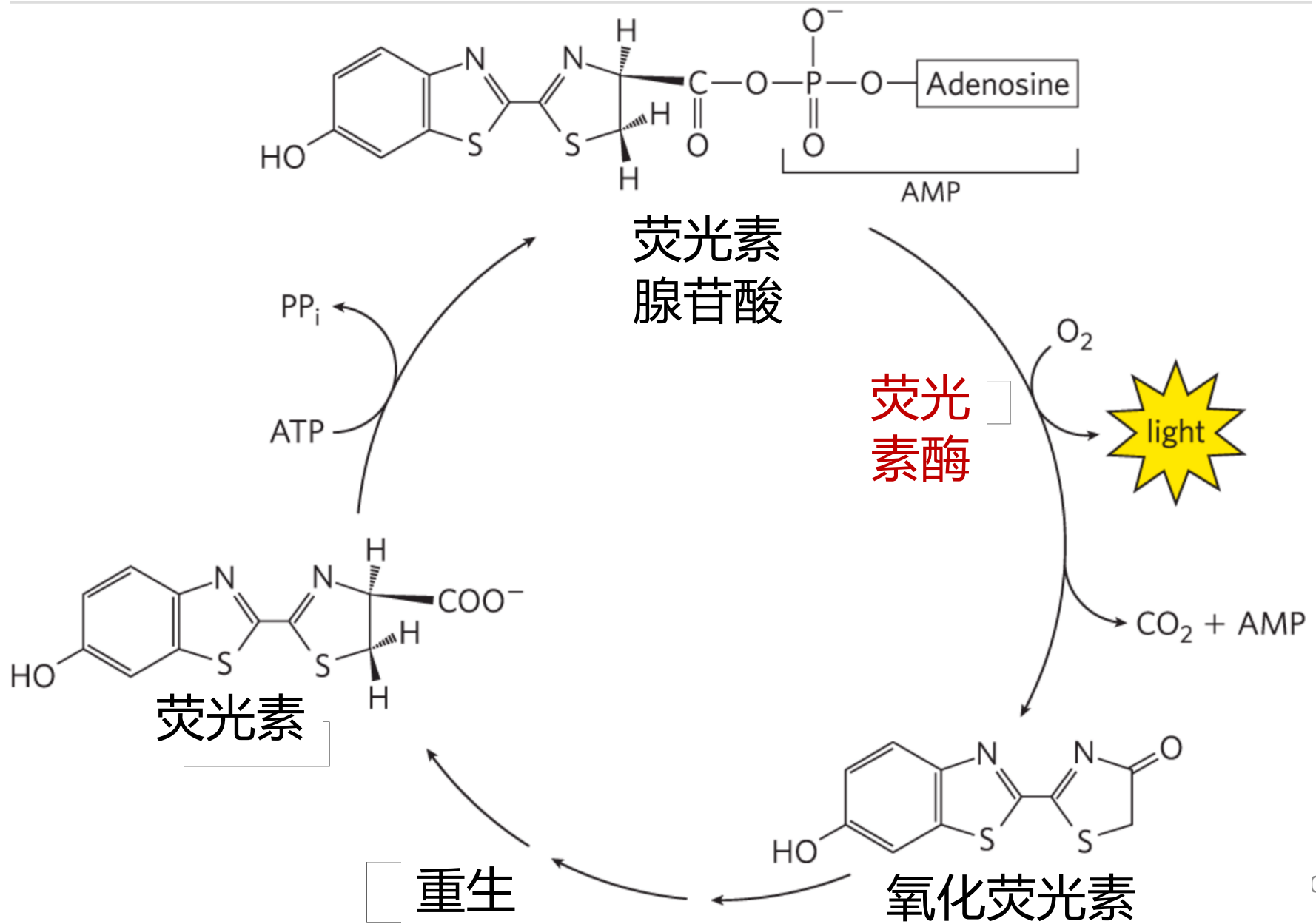
CH 5.2.3.3 Ca^{2+} 主动运输



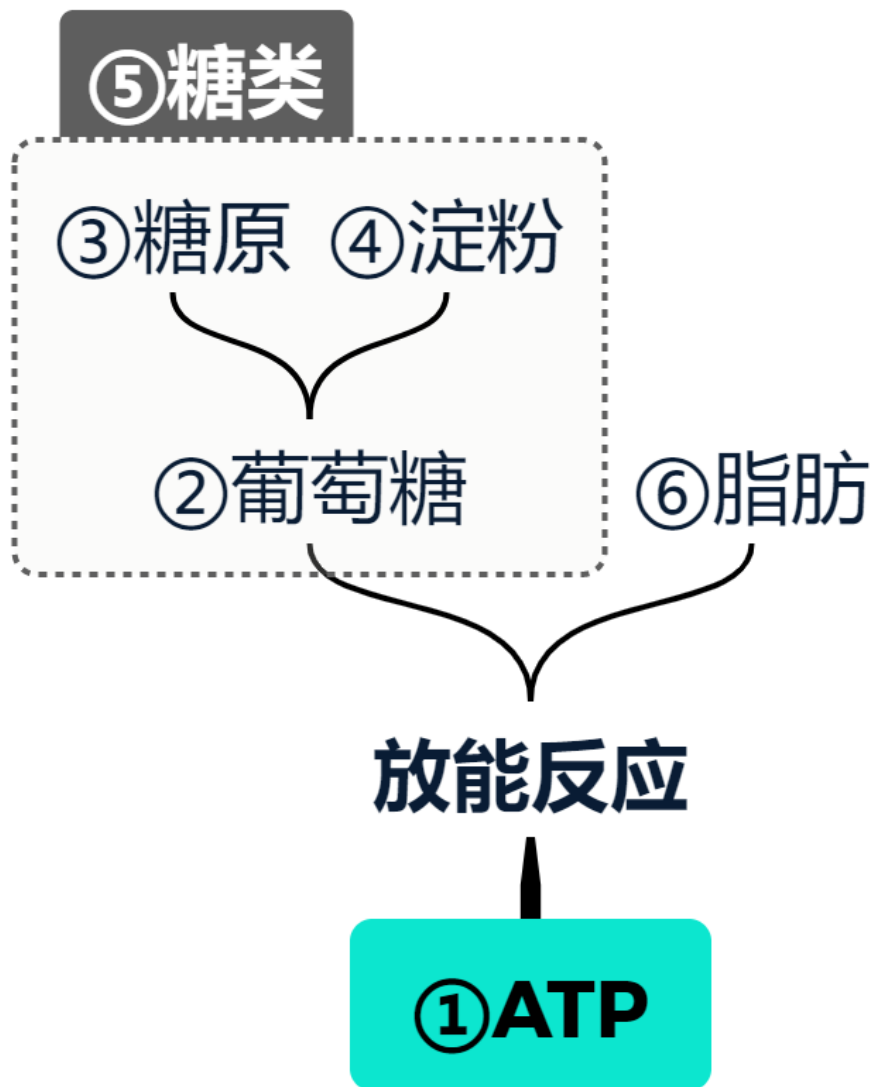
③载体蛋白磷酸化导致其空间结构发生变化，使 Ca^{2+} 的结合位点转向膜外侧，将 Ca^{2+} 释放到膜外侧。

注意磷酸基团最终要脱落！

CH 5.2.3.4 萤火虫发光



汇总：能源物质相关表述



- ① 驱动细胞生命活动的直接能源物质；
- ② 细胞生命活动所需要的主要能源物质；
- ③ 人和动物细胞的储能物质；
- ④ 植物体内的储能物质；
- ⑤ 主要的能源物质；
- ⑥ 细胞内良好的储能物质。

练习与应用：一、概念检测

1.能准确表示ATP中三个磷酸基团之间以及磷酸基团和腺苷之间关系的结构简式是 **B**

A. $A-P-P\sim P$

B. $A-P\sim P\sim P$

C. $A\sim P\sim P-P$

D. $A\sim P\sim P\sim P$

练习与应用：一、概念检测

2. 下列物质中，能够直接给细胞生命活动提供能量的是

A. 脂肪酸

B. 氨基酸

C. 腺苷二磷酸

D. 腺苷三磷酸

D

练习与应用：一、概念检测

3.下面关于ATP的叙述，错误的是 **B**

A.细胞质和细胞核中都有ATP的分布

B.ATP合成所需的能量由磷酸提供

C.ATP可以水解为ADP和磷酸

D.正常细胞中ATP与ADP的比值相对稳定

练习与应用：一、概念检测

4.离子泵是一种具有ATP水解酶活性的载体蛋白，它在跨膜运输物质时离不开ATP的水解。下列叙述正确的是

- A.离子通过离子泵的跨膜运输属于协助扩散 C
- B.离子通过离子泵的跨膜运输是顺浓度梯度进行的
- C.动物一氧化碳中毒会降低离子泵跨膜运输的速率
- D.加入蛋白质变性剂会提高离子泵跨膜运输离子的速率

练习与应用：二、拓展应用

1.就细胞中的吸能反应和放能反应各举出一个实例，并说明这些实例分别与ATP和ADP的相互转化有什么关系。

吸能反应，如葡萄糖和果糖合成蔗糖的反应需要消耗能量，是吸能反应，这一反应所需要的能量是由 ATP 水解为 ADP 时释放能量来提供的。放能反应，如丙酮酸的氧化分解能够释放能量，是放能反应。这一反应所释放的能量除以热能形式散失外，还用于 ADP 转化为 ATP 的反应，储存在ATP中。

练习与应用：二、拓展应用

2.同样是能源物质，ATP与葡萄糖具有不同的特点。请你概括出ATP具有哪些特点。

在储存能量方面，ATP同葡萄糖相比具有以下两个特点：一是ATP分子中含有的化学能比较少，一分子ATP转化为ADP时释放的化学能大约只是一分子葡萄糖的 $1/94$ ；二是ATP分子中所含的是活跃的的化学能，而葡萄糖分子中所含的是稳定的化学能。葡萄糖分子中稳定的化学能只有转化为ATP分子中活跃的的化学能，才能被细胞利用。

练习与应用：二、拓展应用

3.在植物、动物、细菌和真菌的细胞内，都是以ATP作为能量“货币”的，这是否也说明生物界的统一性？
这对你理解生物的进化有什么启示？

植物、动物、细菌和真菌等生物的细胞内都具有能量“货币”ATP，这可以从一个侧面说明生物界具有统一性，也反映种类繁多的生物有着共同起源。