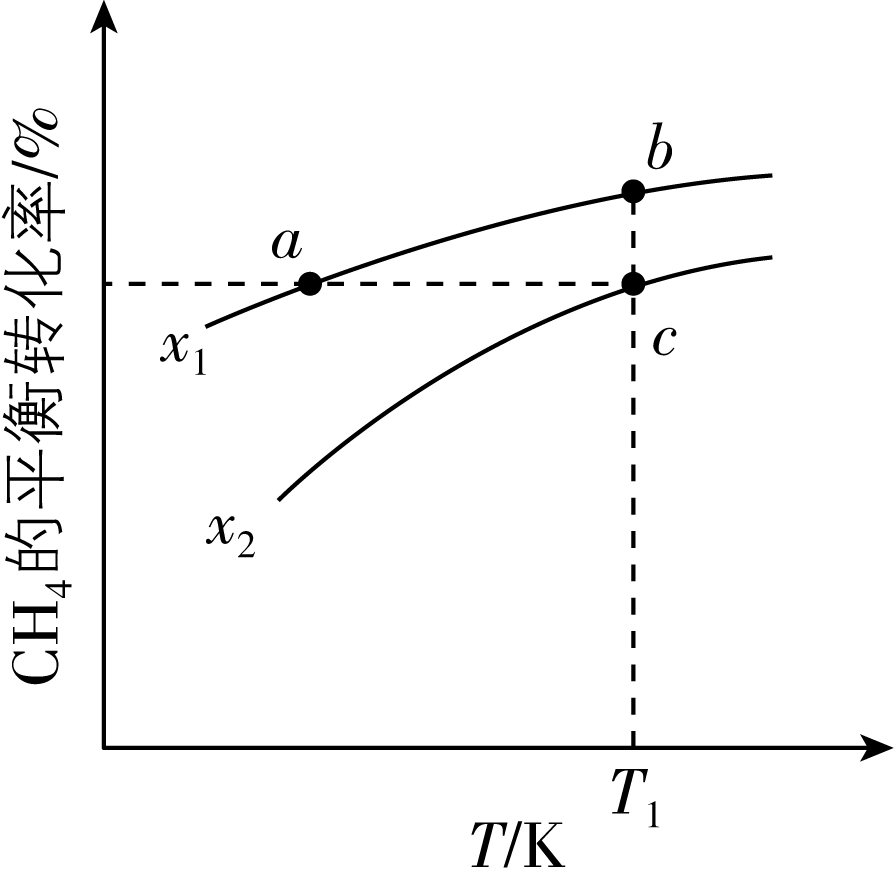
# 专题十二 化学反应速率与平衡图像分析

角度1　单反应体系中的平衡状态分析

**真题例析**

**例1** [湖南2023·13，3分]向一恒容密闭容器中加入1 mol CH4和一定量的H2O，发生反应：CH4(g)＋H2O(g)CO(g)＋3H2(g)。CH4的平衡转化率按不同投料比*x*[*x*＝]随温度的变化曲线如图所示。下列说法错误的是(　　)



A．*x*1<*x*2

B．反应速率：*v*b正<*v*c正

C．点*a*、*b*、*c*对应的平衡常数：*K*a<*K*b＝*K*c

D．反应温度为T1，当容器内压强不变时，反应达到平衡状态

【思路分析】

由题图可知，投料比不变时，随温度的升高CH4的平衡转化率增大，所以该反应为吸热反应；在相同的温度下，投料比减小，相当于在CH4的投料量不变的情况下增大H2O的投料量，当反应物不止一种时，其他条件不变，增大其中一种气态反应物的投料量会增大其他反应物的平衡转化率，同时降低自身平衡转化率，故投料比*x*越小，CH4的平衡转化率越大。

**解析** 由题图可知，点*b*对应CH4的平衡转化率大于点*c*，结合分析可知，点*b*对应投料比小于点*c*，故*x*1<*x*2，A正确；点*b*、*c*均为平衡状态，*v*正＝*v*逆，点*b* CH4的平衡转化率大于点*c*，两点CH4的投料量相同，则反应产物CO、H2的平衡浓度：点*b*>点*c*，两点温度相同，故*v*c逆<*v*b逆，*v*c正<*v*b正，B错误；由分析可知，该反应为吸热反应，随温度升高，平衡常数增大，又由点*b*、*c*温度相同，则平衡常数：*K*a＜*K*b＝*K*c，C正确；该反应为反应前后气体分子数改变的反应，恒温恒容条件下，随反应进行容器内压强改变，当压强不变时，反应达到平衡状态，D正确。

**答案** B

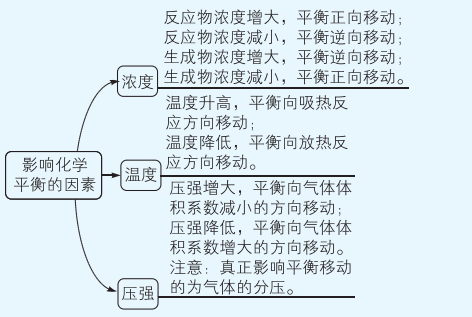
▶知识风暴

(1)判断反应达到平衡状态的方法

①*v*(正)＝*v*(逆)≠0；

②变量不变：指某个物理量在反应过程中一直变化，当该物理量不变时，反应达到了平衡状态。

(2)



注意：催化剂只能改变反应速率，不能使平衡发生移动，且不能改变反应物的平衡转化率。

角度2　多反应体系的化学平衡图像分析

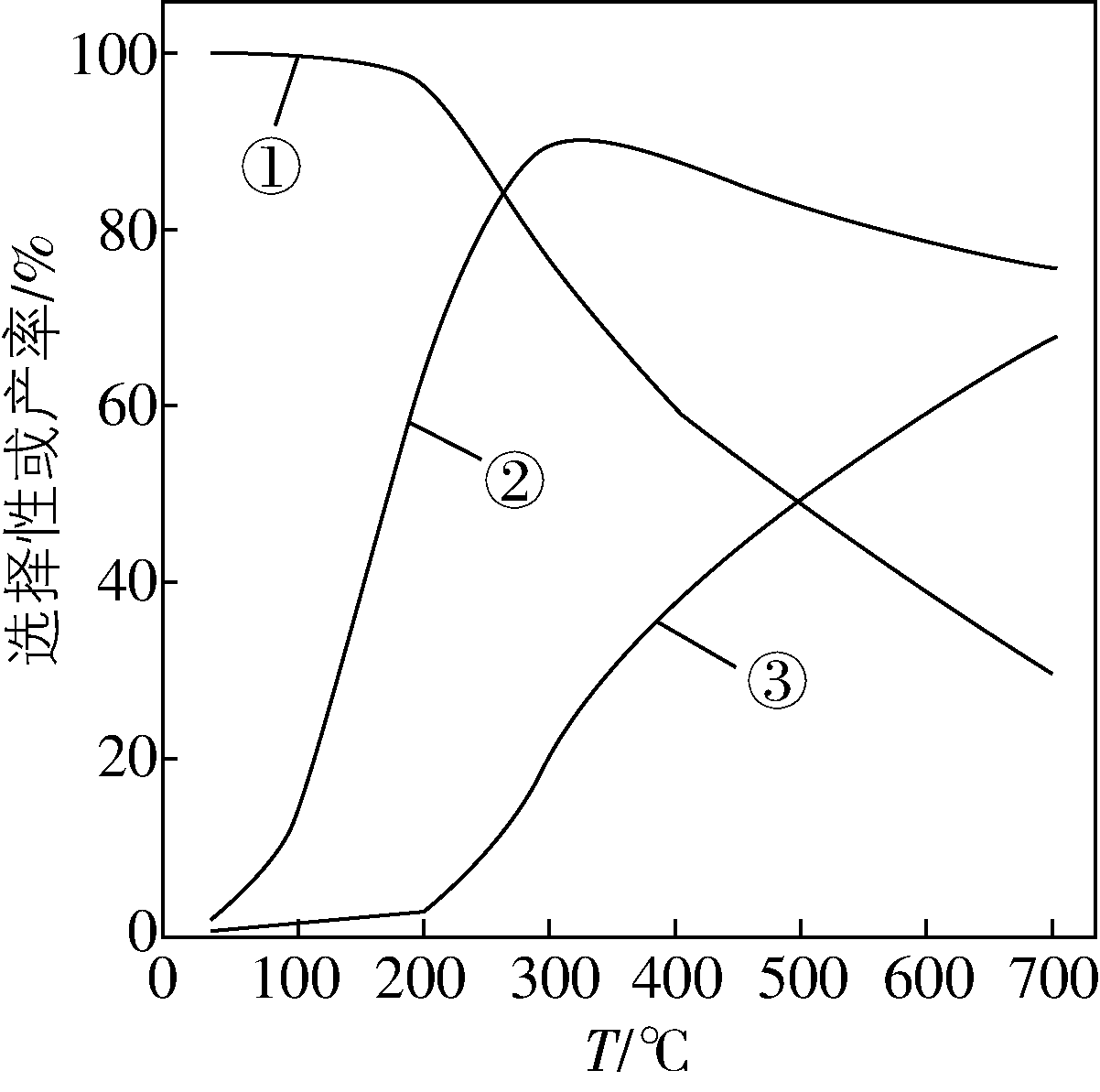
**真题例析**

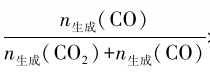
**例2** [江苏2022·13，3分]乙醇－水催化重整可获得H2。其主要反应为

C2H5OH(g)＋3H2O(g)===2CO2(g)＋6H2(g) *H*＝173.3 kJ·mol－1

CO2(g)＋H2(g)===CO(g)＋H2O(g)　 *H*＝41.2 kJ·mol－1

在1.0×105 Pa、*n*始(C2H5OH)∶*n*始(H2O)＝1∶3时，若仅考虑上述反应，平衡时CO2和CO的选择性及H2的产率随温度的变化如图所示。

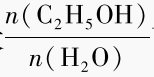


CO的选择性＝×100%

下列说法正确的是(　　)

A．图中曲线①表示平衡时H2产率随温度的变化

B．升高温度，平衡时CO的选择性增大

C．一定温度下，增大可提高乙醇平衡转化率

D．一定温度下，加入CaO(s)或选用高效催化剂，均能提高平衡时H2产率

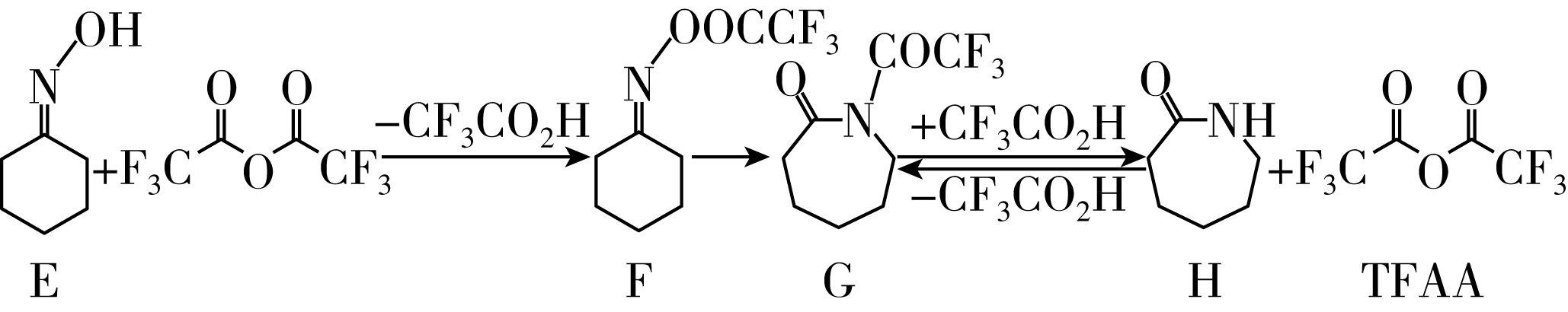
**解析** 平衡时CO和CO2的选择性之和为1，则曲线②代表平衡时H2的产率随温度的变化，A错误；根据盖斯定律，由题给热化学方程式可得，由C2H5OH生成CO的热化学方程式为C2H5OH(g)＋H2O(g)===2CO(g)＋4H2(g)　*H*＝255.7 kJ·mol－1，对比生成CO2的反应，两个反应中，生成CO吸收的热量多，升高温度，反应正向进行的趋势大，则CO的选择性随温度的升高而增大，B正确；增大使得乙醇的平衡转化率降低，C错误；使用高效催化剂不能改变反应的平衡，不能提高平衡时H2产率，D错误。

【快解】

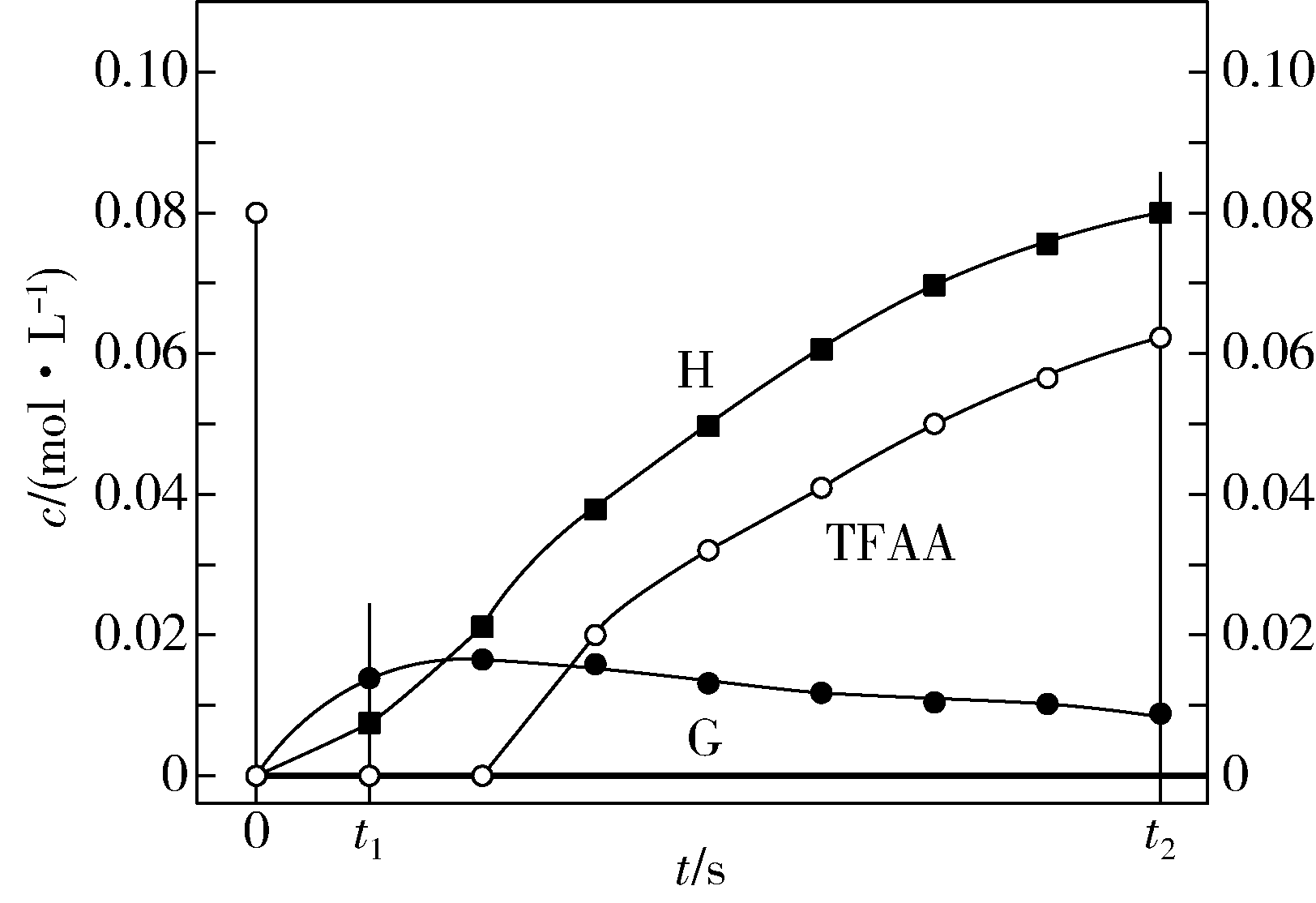
平衡时CO与CO2的选择性之和为1，CO2为题干第1个反应的生成物、第2个反应的反应物，CO为第2个反应的生成物，结合两反应均为吸热反应，故升高浓度，CO的选择性增大，则CO2的选择性下降，由此可判断B项正确。

**答案** B

**例3** [山东2023·14，4分](双选)一定条件下，化合物E和TFAA合成H的反应路径如下：



已知反应初始E的浓度为0.10 mol·L－1，TFAA的浓度为0.08 mol·L－1，部分物质的浓度随时间的变化关系如图所示，忽略反应过程中的体积变化。下列说法正确的是(　　)



A．*t*1时刻，体系中有E存在

B．*t*2时刻，体系中无F存在

C．E和TFAA反应生成F的活化能很小

D．反应达平衡后，TFAA的浓度为0.08 mol·L－1

【思路分析】

在反应过程中，由N原子守恒和总体积不变可得关系式：*c*(E)＋*c*(F)＋*c*(G)＋*c*(H)＝0.10 mol·L－1。初始时刻，TFAA浓度由0.08 mol·L－1瞬间降为0，表明E＋TFAA―→F＋CF3COOH的反应几乎瞬间完成，根据化学计量数的关系可知初始时刻*c*(E)由0.10 mol·L－1瞬间降为0.02 mol·L－1。反应开始阶段，*c*(G)与*c*(H)均增加，而*c*(TFAA)在反应一段时间后才开始增加，这是因为反应G＋CF3COOHH＋TFAA生成了TFAA，而反应初期体系中仍有E剩余，则这一时期内生成的TFAA会迅速与E反应，直到反应初期浓度为0.02 mol·L－1的E被消耗完全后，*c*(TFAA)才会从0开始增加。

**解析***t*1时刻，*c*(H)在增大，但*c*(TFAA)为0，说明此时体系中有E剩余，这部分E会立刻将反应生成的TFAA消耗掉，A正确；当*c*(TFAA)不为0时，体系中无E存在，此时有*c*(F)＋*c*(G)＋*c*(H)＝0.10 mol·L－1，因为*t*2时刻*c*(H)＝0.08 mol·L－1，*c*(G)＜0.02 mol·L－1，所以此时*c*(F)＞0，体系中有F存在，B错误；由分析可知E与TFAA的反应几乎瞬间完成，说明该反应的活化能很小，C正确；在全部反应过程中，只有G＋CF3COOHH＋TFAA为可逆反应，因此达到平衡时体系中无E、F，反应初始时*c*(TFAA)＝0.08 mol·L－1，而根据反应历程和F元素守恒可知，平衡时G中也含有F元素，且平衡时*c*(G)>0，则*c*(TFAA)<0.08 mol·L－1，D错误。

**答案** AC