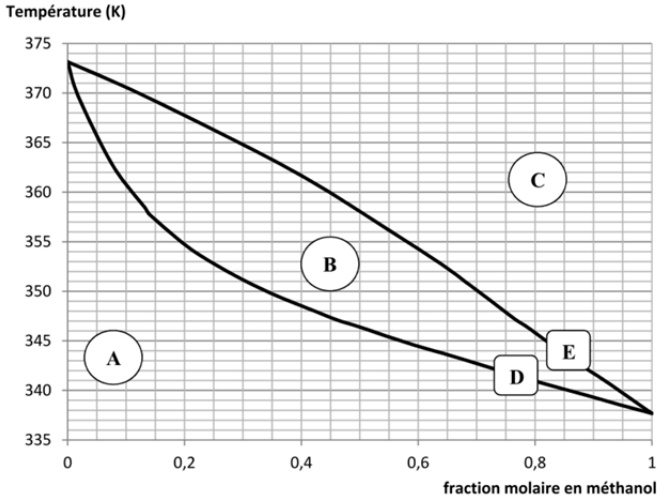
University Center Abdelhafid Boussouf *Academic Year: 2024-2025*
Institute of Science and Technology *Duration: 1.5 hours*
3rd Year in Process Engineering

Equilibrium Thermodynamics Exam

Exercise 1:(8points)



Opposite, we have reproduced the binary liquid/vapor diagram of a methanol-water mixture at 101.3 kPa

1. Specify the nature of the different domains A, B, and C of the diagram, as well as the name and meaning of the curves D and E

2. Indicate whether methanol and water are miscible in the liquid state.

3. Consider a liquid mixture M prepared at 20°C from 2 mol of methanol and 6 mol of water

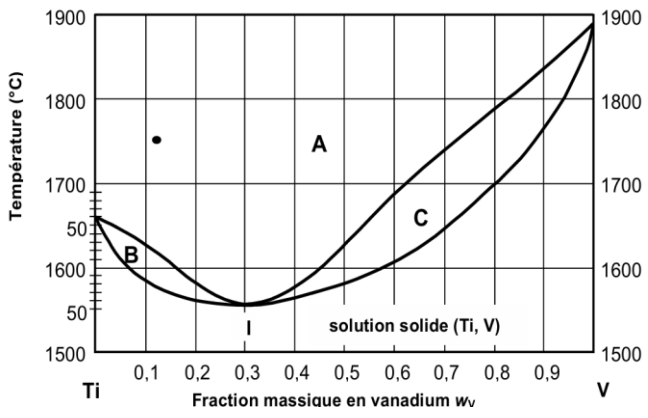
3.1 Determine the molar fraction of methanol in mixture M.

3.2 Plot the shape of the thermal analysis curve obtained when mixture M is heated between 335 K and 375 K, specifying the coordinates of the relevant points. On each part of the curve, indicate the reduced variance of the system present, detailing the calculation used to obtain it using an example.

4. For the same mixture M:

- Give the composition of the liquid and vapor in equilibrium at 360 K and the quantities of matter of the constituents in each phase.

Exercise 2: (10 points)



The opposite figure shows the solid/liquid isobaric binary diagram of Titanium-Vanadium mixture, the vanadium mass fraction w_V, on the abscissa, and the temperature, expressed in degrees Celsius, on the ordinate:

1/ Indicate the number and nature of the phases present in domains A, B, and C.

2/ A notable point I appears on this binary diagram for a vanadium mass fraction of $w_V = 0.30$ and a temperature of T = 1560 °C. Specify the name and notable physical properties of the corresponding mixture.

3/ Represent the shape of the isobaric thermal analysis cooling curves for vanadium mass fractions of $w_V = 1.0$, $w_V = 0.10$, and $w_V = 0.30$, on each part of the curve, indicate the reduced variance

4/ When the mixture represented on the diagram by point (●) cools from 1750°C, give the temperature at which the first solid crystal appears and determine the mass fraction composition of this first crystal.

5/ A liquid titanium-vanadium mixture is prepared from 100 kg of vanadium and 900 kg of titanium. This mixture

is heated to 1600°C. Indicate the nature and composition by mass fraction of the phases in equilibrium at this temperature. Calculate the masses of titanium and vanadium in each phase.

Question of the course: (2 points) Determine whether the following statements are **true** or **false**, then correct the false statements:

a) Above the boiling curve of the liquid-vapor binary diagram, we have a single vapor phase
b) Component A is assumed to be more volatile than B, which means that the vapor pressure of B is greater than that of A at any given temperature
c) The curve separating the liquid domain from the two-phase domain(liquid+solid) is called the solidus
d) The melting temperature of a eutectic is always lower than the melting temperatures of the pure constituents of the mixture considered.

التمرين 1: (8 نقاط)

في المقابل، قمنا بإعادة إنتاج مخطط ثنائي للسائل/البخار لخليط ميثانول-ماء عند ضغط 101,3، كيلو باسكال.

1.)حدد طبيعة المجالات المختلفة A و Bو Cفي المخطط، بالإضافة إلى اسم ومعنى المنحنيين D و E.

2).بيّن ما إذا كان الميثانول والماء قابلين للامتزاج في الحالة السائلة.

3)لنفترض خليطًا سائلًا M مُحضرًا عند 20 درجة مئوية من 2 مول من الميثانول و6 مول من الماء.

3.1)حدد الكسر المولي للميثانول في الخليط.M

3.2)ارسم شكل منحنى التحليل الحراري الناتج عن تسخين الخليط M بين 335 كلفن 375 كلفن، مع تحديد إحداثيات النقاط ذات الصلة. في كل جزء من المنحنى، حدد التباين المنخفض للنظام الحالي، مع تفصيل الحساب المُستخدم للحصول عليه باستخدام مثال.

4. لنفس الخليط M

-أعطِ تركيب السائل والبخار في حالة توازن عند 360 كلفن وكميات المادة للمكونات في كل طور.

التمرين 2: (10 نقاط)

يوضح الشكل المقابل الرسم البياني الثنائي المتساوي الضغط لخليط التيتانيوم والفاناديوم، حيث تكون كتلة الفاناديوم wV على المحور السيني، ودرجة الحرارة، مُعبرًا عنها بالدرجات المئوية، على المحور الإحداثي:

1)حدد عدد وطبيعة الأطوار الموجودة في المجالات A و Bو C.

2)تظهر نقطة ملحوظة I على هذا الرسم البياني الثنائي، حيث تكون كتلة الفاناديوم wV = 0.30 ودرجة الحرارة T = 1560 درجة مئوية. حدد اسم الخليط المقابل وخصائصه الفيزيائية المميزة.

3)مثّل شكل منحنيات التبريد بالتحليل الحراري المتساوي الضغط لكسور كتلة الفاناديومwV = 1.0 ، wV = 0.10، وwV = 0.30، على كل جزء من المنحنى، مع تحديد التباين المنخفض.

4)عندما يبرد الخليط الموضح في الرسم البياني بالنقطة (●) من 1750 درجة مئوية، اذكر درجة الحرارة التي تظهر عندها البلورة الصلبة الأولى، وحدد تركيب الكسر الكتلي لهذه البلورة الأولى.

5) يُحضّر خليط سائل من التيتانيوم والفاناديوم من 100 كغم من الفاناديوم و900 كغم من التيتانيوم. يُسخّن هذا الخليط إلى 1200 درجة مئوية. بيّن طبيعة وتركيب الأطوار المتوازنة عند هذه الدرجة، حسب الكسر الكتلي. احسب كتلتي التيتانيوم والفاناديوم في كل طور.

Good Luck