Programme de Colles

du 2 Novembre 2026 au 6 Novembre 2026

1 Questions de Cours (sur 10 points)

L'examinateur donne l'une des questions de cours suivantes :

1. Soit un système thermodynamique suivant une transformation quasistatique :
   (a) Écrire les premiers et second principes infinitésimaux à partir des principes non-élémentaire, on fera attention à bien justifier l'emploi des notations d et δ.
   (b) Si de plus, le systèmes est au repos, subit uniquement les forces de pression, suit une transformation isotherme et isobare,
   établir que l'enthalpie libre est un potentiel thermodynamique.
2. Soit un système fermé suivant une transformation quasi-statique,
   (a) considérons pour cette question que le système est de composition variable, l'énergie interne a ainsi pour variables naturelles : l'entropie, le volume, et les quantités de matières ;
   quelle est alors l'expression de la différentielle exacte de l'énergie interne ?
   (b) si on considère pour cette question que le système est de composition fixe, au repos, subit uniquement les forces de pression, suit une transformation réversible ;
   établir à l'aide des 1er et 2nd principes la définition thermodynamique de la température et de la pression.
   (c) A l'aide des questions précédentes répondre à : qu'est-ce que le potentiel chimique ?
3. Soit un système thermodynamique fermé de composition variable,
   (a) Établir l'expression de l'enthalpie libre du système en fonction des quantités de matière et des enthalpies libres molaires des composés du système.
   (b) A l'aide des identités thermodynamiques, exprimer le potentiel chimique en fonction de l'enthalpie libre du système.
   (c) En déduire que le potentiel chimique d'un composé est égal à son enthalpie libre molaire.
   (d) En déduire l'expression de l'enthalpie libre du système en fonction des potentiels chimiques.
4. Soit une liquéfaction isobare d'un fluide au repos soumis uniquement aux forces de pression.
   (a) Établir l'expression de l'énergie récupérable. Commenter l'adjectif *récupérable*.
   (b) Établir la relation entre entropie et enthalpie massique de liquéfaction. Donner les ordres de grandeurs pour l'eau à 100 °C.
5. Soit le diagramme de Clapeyron d'un fluide :

(a) Tracer un diagramme de Clapeyron avec les différentes zones du fluide et courbes de saturation. Justifier que l'on peut déterminer graphiquement le titre massique en gaz d'un mélange.

(b) Justifier la forme des courbes isothermes pour un gaz parfait, puis un mélange liguide+gaz, puis un liquide incompressible. Tracez alors l'allure de 3 courbes isothermes à $T < T_C$, $T = T_C$ et $T > T_C$.

(c) Justifier la forme des courbes isentropiques pour un gaz parfait. Qu'elles sont alors les courbes les plus pentues entre isothermes et isentropiques pour un gaz parfait ?

(d) Justifier que l'on peut déterminer graphiquement le travail massique reçut par un fluide au cours d'un cycle sur un diagramme de Clapeyron.

6. Soit les diagrammes entropique et des frigoristes d'un fluide :

(a) Tracer un diagramme entropique avec les différentes zones du fluide et courbes de saturation. Justifier que l'on peut déterminer graphiquement le titre massique en gaz d'un mélange.

(b) Justifier la forme des courbes isobares pour un gaz parfait, puis un mélange liguide+gaz, puis un liquide incompressible. Tracez alors l'allure de 3 courbes isobares à $p < p_C$, $p = p_C$ et $p > p_C$.

(c) Tracer un diagramme des frigoriste avec les différentes zones du fluide et courbes de saturation.

(d) Justifier la forme des courbes isothermes pour un gaz parfait, puis un mélange liguide+gaz, puis un liquide incompressible. Tracez alors l'allure de 3 courbes isothermes à $T < T_C$, $T = T_C$ et $T > T_C$.

2 Applications (en rattrapage uniquement du cours)

Si la question de cours n'est pas satisfaisante, l'examinateur donne le sujet d'une des applications faites en cours des chapitres suivants :

1. Chapitre : Expression différentielle des principes de la thermodynamique
2. Chapitre : Diagrammes d'états des fluides réels purs

3 Exercices (pour allez plus loin sur 10 points)

Si le cours est satisfaisant, l'examinateur donne directement, sans passer par l'application, un ou des exercices de son choix sur les programmes des chapitres suivants :

1. Chapitre : Expression différentielle des principes de la thermodynamique
2. Chapitre : Diagrammes d'états des fluides réels purs