

# Physique moderne — semaine 16 : séance de révisions

15 décembre 2024

Chimie Shanghai - 国际卓越工程师学院- 华东理工大学

Pascal Wang - email: [pascal.wang.tao@ecust.edu.cn](mailto:pascal.wang.tao@ecust.edu.cn)

# Programme de la séance de révisions

## I) Contenu exigible et non-exigible à l'examen (考试要求内容)

- Programme exigible du cours
- Formulaire donné à l'examen

## II) Format de l'examen (考试形式)

- points de présentation
- conseils de rédaction
- questions de cours + exercice de physique statistique + petit exercice effet Doppler ou rayonnement du corps noir
- voir Examen blanc

## III) Conseils pour réviser

- Programme exigible + comprendre les TD + s'entraîner sur le sujet blanc

... puis révision du contenu du cours

# I) Contenu exigible et non-exigible à l'examen

## Contenu exigible à l'examen (考试要求内容)

- le programme du cours sur 学习通
- savoir utiliser les formules du cours comme dans l'examen blanc et les TDs
- comprendre les solutions des TDs

exemple : la définition et l'unité du spectre de Planck  $u_\lambda(\lambda, T)$

$u_\lambda(\lambda, T)$  en  $\text{J/m}^3/\text{m}$  et  $u_\lambda(\lambda, T)d\lambda$  est l'énergie volumique contenue dans l'intervalle  $[\lambda, \lambda + d\lambda]$

## Contenu non-exigible à l'examen (ce qu'il n'est pas la peine d'apprendre par coeur, 不需要死记硬背的内容)

- tout le reste
- exemple : le formulaire de l'examen blanc

exemple : l'expression exacte du spectre de Planck  $u_\lambda(\lambda, T)$

$$u_\lambda(\lambda, T) = \left( \frac{8\pi hc}{\lambda^5} \right) \frac{1}{e^{hc/\lambda k_B T} - 1}$$

# I) Contenu exigible et non-exigible à l'examen

Formulaire (公式表) donné à l'examen → voir examen blanc

Formulaire mathématique

- Formule de Stirling :  $\ln N! \sim N \ln N - N, N \gg 1$ .

Ensemble canonique, ensemble grand canonique

Ensemble statistique	Ensemble canonique	Ensemble grand canonique
Potentiel thermodynamique	$F = -k_B T \ln Z$	$J = -k_B T \ln Z_G$
Transformée de Legendre	$F = \langle E \rangle - TS$	$J = \langle E \rangle - TS - \mu \langle N \rangle$ $J = -pV$
Valeurs moyennes	$\langle E \rangle = -\frac{\partial \ln Z}{\partial \beta}$	$\langle N \rangle = \frac{1}{\beta} \frac{\partial \ln Z_G}{\partial \mu}$ $\langle E \rangle = \left( -\frac{\partial}{\partial \beta} + \frac{\mu}{\beta} \frac{\partial}{\partial \mu} \right) \ln Z_G$
Moments quadratiques	$\langle E^2 \rangle = \frac{1}{Z} \frac{\partial^2 Z}{\partial \beta^2}$	$\langle N^2 \rangle = \frac{1}{\beta^2} \frac{1}{Z_G} \frac{\partial^2 Z_G}{\partial \mu^2}$ $\langle E^2 \rangle = \frac{1}{Z_G} \left[ -\frac{\partial}{\partial \beta} + \frac{\mu}{\beta} \frac{\partial}{\partial \mu} \right]^2 Z_G$
Entropie	$S = \frac{\langle E \rangle - F}{T}$	$S = \frac{\langle E \rangle}{T} - \frac{\mu \langle N \rangle}{T} - \frac{J}{T}$
Pression	$p = -\left( \frac{\partial F}{\partial V} \right)_{T,N}$	$p = -\frac{J}{V} = -\left( \frac{\partial J}{\partial V} \right)_{T,\mu}$

+ suite ...

## II) Format de l'examen → voir examen blanc

### Format typique

- 1) des questions de cours proches du programme du cours sur 学习通
  - 2) un exercice de physique statistique
  - 3) un petit exercice sur l'effet Doppler ou sur le rayonnement du corps noir
- + 5 points de présentation



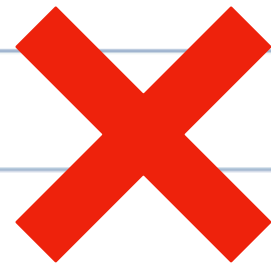

## II) Format de l'examen



voir examen blanc

### 5 points de présentation

- écriture lisible et présentation soignée (书写需清晰, 版面需整洁)
- réponses rédigées en français. mots en anglais possibles mais pénalisés.
- résultats mis en valeur ( encadrés , soulignés ou surlignés )

<p>Exercice 3</p> 	<p><u>Exercice 3</u></p> 
<p>1. À l'équilibre thermique, le flux absorbé est égal au flux émis :</p> $\Phi_s = \Phi_e = \sigma T_0^4 \Rightarrow T_0 = \left( \frac{\Phi_s}{\sigma} \right)^{1/4}$	<p>1. À l'équilibre thermique, le flux absorbé est égal au flux émis :</p> $\Phi_s = \Phi_e = \sigma T_0^4 \text{ donc}$ $T_0 = \left( \frac{\Phi_s}{\sigma} \right)^{1/4}$
<p>2. On a <math>T_0 = \left( \frac{1 \times 10^{-3}}{5,67 \times 10^{-8}} \right)^{1/4} = 354 \text{ K} = 81^\circ \text{C}</math></p> <p>plus chaud que la température réelle car on a ignoré l'atmosphère.</p>	<p>2. On calcule <math>T_0 = \left( \frac{1 \times 10^{-3}}{5,67 \times 10^{-8}} \right)^{1/4} = \underline{354 \text{ K}}</math></p> <p><math>= \underline{80^\circ \text{C}}</math></p> <p>C'est <u>plus chaud</u> que la température réelle car on a <u>ignoré l'atmosphère</u></p>

## II) Format de l'examen



voir examen blanc

### Conseils de rédaction

- Toute réflexion pertinente, même incomplète, est valorisée en points.  
任何相关的思考过程和计算都会获得分数

Exemple : 1) Calculer la puissance rayonnée  $P$  par le Soleil, en sachant sa température  $T_S = 5778$  K, son rayon  $R_S = 7 \times 10^8$  m et la constante de Stefan  $\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2/\text{K}^4$ .

1)  $P = 4,0 \times 10^{26} \text{ W}$  **4/5**

1)  $P = 5,7 \times 10^{17} \text{ W}$  **0/5**

1) D'après la loi de Stefan, **3/5**  
 $M = \sigma T_S^4 = 6,3 \times 10^7 \text{ W/m}^2$

1) D'après la loi de Stefan, **5/5**  
 $P = M \cdot S$  avec  $M = \sigma T_S^4$   
et la surface du Soleil  $S = 4\pi R_S^2$   
donc  $P = 4,0 \times 10^{26} \text{ W}$

1) D'après la loi de Stefan, **4/5**  
 $P = M \cdot S$  avec  $M = \sigma T_S^4$   
et la surface du Soleil  $S = 4\pi R_S$   
donc  $P = 5,7 \times 10^{17} \text{ W}$

# III) Conseils pour réviser

## Guide de révisions

- réviser le cours (physique statistique + corps noir + effet Doppler) et se tester avec le programme
- revoir les TDs, être familier avec les calculs (les TDs sont plus difficiles que l'examen)
- s'entraîner sur l'examen blanc
- me poser des questions ! si quelque chose n'est pas clair, si vous avez du mal à comprendre quelque chose, ou si vous pensez avoir repéré une erreur etc.



# Révisions

## Méthode de résolution en physique statistique

Etape 1 : Déterminer l'ensemble statistique pertinent en fonction des paramètres fixés ( $T$  ou  $E$ ?  $N$  ou  $\mu$ ?)

Etape 2 : Déterminer les **micro-états** (微观状态) et éventuellement leur **dégénérescence**  $W(E)$  (简并度) ou la **densité d'états**  $\rho(E)$  (状态密度)

Etape 3 : Calculer la **fonction de partition** (配分函数)  $Z$  en sommant sur les **micro-états**, éventuellement en **décomposant en produits**

$$Z = \prod_j Z_j$$

Etape 4 : On déduit toutes les **grandeurs thermodynamiques** (热力学量) avec  $Z$  et ses **dérivées** (导数).

Par exemple dans l'ensemble canonique,

**énergie** (能量)  $\langle E \rangle = - \frac{\partial}{\partial \beta} (\ln Z)$

**entropie** (熵)  $S = (\langle E \rangle - F)/T$

**capacité thermique** (热容量)  $C_V = \left( \frac{\partial \langle E \rangle}{\partial T} \right)_{V,N}$

**énergie libre** (自由能)  $F = - k_B T \ln Z$

**pression** (压力)  $P = - \left( \frac{\partial F}{\partial V} \right)_{T,N}$  etc.

**potentiel chimique** (化学势)  $\mu = - \left( \frac{\partial F}{\partial N} \right)_{T,V}$