

## Vers une maîtrise du cours de MPSI-MP

### I – Les constantes fondamentales

1. Célérité de la lumière dans le vide : \_\_\_\_\_
2. Constante de Planck : \_\_\_\_\_ (et constante réduite : \_\_\_\_\_)
3. Constante universelle de gravitation : \_\_\_\_\_
4. Constante de Boltzmann : \_\_\_\_\_
5. Charge élémentaire : \_\_\_\_\_
6. Permittivité du vide : \_\_\_\_\_
7. Perméabilité du vide : \_\_\_\_\_
8. Masse de l'électron (en kg) : \_\_\_\_\_
9. Masse du proton (en kg) : \_\_\_\_\_
10. Constante d'Avogadro : \_\_\_\_\_
11. Constante de Faraday : \_\_\_\_\_
12. Constante molaire des gaz parfaits : \_\_\_\_\_

### II – Équations d'état, relations de milieux et autres modèles

13. Probabilité d'occupation d'un micro-état pour un système isolé : \_\_\_\_\_
14. Équation d'état du gaz parfait en variable extensives : \_\_\_\_\_ et en variables intensives : \_\_\_\_\_
15. Vitesse quadratique moyenne d'une particule de masse  $m$  à la température  $T$  : \_\_\_\_\_
16. Lien entre le potentiel électrostatique et le champ électrostatique : \_\_\_\_\_

17. Loi d'Ohm locale : \_\_\_\_\_ (dimension de la conductivité électrique : \_\_\_\_\_)

18. Loi de Fourier : \_\_\_\_\_ (dimension de la conductivité thermique : \_\_\_\_\_)

19. Définition et dimension de la diffusivité thermique : \_\_\_\_\_

20. Noms, énoncés et formulations intégrales des équations de Maxwell :

- \_\_\_\_\_  $\Leftrightarrow$  \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_  $\Leftrightarrow$  \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_  $\Leftrightarrow$  \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_  $\Leftrightarrow$  \_\_\_\_\_

21. Relation de dispersion dans le vide : \_\_\_\_\_

22. Modèle du plasma :  $m_e \vec{a} =$  \_\_\_\_\_ d'où  $\gamma =$  \_\_\_\_\_ avec les hypothèses :

- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

23. Relation de dispersion dans un plasma : \_\_\_\_\_

24. Modèle de Drude :  $m_e \vec{a} =$  \_\_\_\_\_

25. Relation de dispersion dans un milieu conducteur en ARQS : \_\_\_\_\_

26. Modèle de l'électron élastiquement lié :  $m_e \vec{a} =$  \_\_\_\_\_

27. Loi d'Ohm locale pour un conducteur : \_\_\_\_\_

28. Première loi de Joule (thermodynamique) : \_\_\_\_\_

29. Seconde loi de Joule (thermodynamique) : \_\_\_\_\_

### III – Forces, moments et autres vecteurs

- 30.** Force d'interaction gravitationnelle entre deux masses ponctuelles  $m_a$ , et  $m_b$  situées à la distance  $r$  l'une de l'autre : \_\_\_\_\_
- 31.** Force d'interaction électrostatique entre deux charges ponctuelles  $q_a$  et  $q_b$  situées à la distance  $r$  l'une de l'autre : \_\_\_\_\_
- 32.** Force de rappel élastique d'un ressort de constante de raideur  $k$  : \_\_\_\_\_
- 33.** Force d'inertie d'entrainement (cas général) : \_\_\_\_\_
- 34.** Force d'inertie d'entrainement dans le cas d'un référentiel en rotation à la vitesse angulaire  $\vec{\Omega}$  constante autour d'un axe fixe (deux expressions) : \_\_\_\_\_
- 35.** Force d'inertie de Coriolis : \_\_\_\_\_
- 36.** Expression volumique des forces de Laplace s'exerçant sur un conducteur plongé dans un champ magnétique  $\vec{B}$  : \_\_\_\_\_
- 37.** Force de Lorentz agissant sur une particule de charge  $q$ , animée d'une vitesse  $\vec{v}$  : \_\_\_\_\_
- 38.** Force de Laplace s'exerçant sur un élément de conducteur de longueur  $d\vec{l}$  parcouru par un courant  $i(t)$  plongé dans un champ magnétique  $\vec{B}$  : \_\_\_\_\_
- 39.** Moment en  $O$  d'une force appliquée en un point  $A$  : \_\_\_\_\_
- 40.** Moment cinétique en  $O$  d'un point matériel  $M$  de masse  $m$ , animé d'une vitesse  $\vec{v}$  : \_\_\_\_\_
- 41.** Moment cinétique suivant l'axe  $\Delta$  d'un solide en rotation à la vitesse angulaire  $\vec{\Omega} = \Omega \vec{e}_\Delta$  : \_\_\_\_\_
- 42.** Couple exercé par un champ électrique extérieur uniforme  $\vec{E}_{ext}$  sur un dipôle rigide de moment dipolaire  $\vec{p}$  : \_\_\_\_\_

43. Couple exercé par un champ magnétique extérieur uniforme  $\vec{B}_{ext}$  sur un moment magnétique  $\vec{\mathcal{M}}$  :
- 

## IV – Énergies, puissances, vitesses et autres transferts

44. Énergie cinétique d'un point matériel de masse  $m$  de vitesse  $v$  : \_\_\_\_\_
45. Énergie cinétique d'un solide de masse  $M$  en translation à la vitesse  $v$  : \_\_\_\_\_
46. Énergie cinétique d'un solide en rotation à la vitesse angulaire  $\omega$  : \_\_\_\_\_
47. Énergie potentielle de pesanteur d'une masse ponctuelle  $m$  dans  $g$  uniforme (on note  $Oz$  l'axe vertical ascendant) : \_\_\_\_\_
48. Énergie potentielle d'interaction gravitationnelle entre deux points matériels de masses  $m_a$ , et  $m_b$  situés à la distance  $r$  l'une de l'autre : \_\_\_\_\_
49. Énergie potentielle centrifuge d'un point matériel de masse  $m$  dans un référentiel non galiléen en rotation à  $\omega$  constante par rapport à un axe  $Oz$  : \_\_\_\_\_
50. Énergie potentielle élastique d'un ressort ( $k$ ,  $\ell_0$ ) : \_\_\_\_\_
51. Énergie potentielle élastique d'un fil de torsion de constante de torsion  $C$  : \_\_\_\_\_
52. Énergie d'un photon associé à un rayonnement électromagnétique de fréquence  $\nu$  : \_\_\_\_\_
53. Énergie potentielle d'interaction entre deux charges ponctuelles  $q_a$  et  $q_b$  situées à la distance  $r$  l'une de l'autre : \_\_\_\_\_
54. Énergie potentielle d'une charge  $q$  placée dans un potentiel électrique  $V$  : \_\_\_\_\_
55. Énergie potentielle d'un dipôle de moment dipolaire  $\vec{p}$  plongé dans un champ électrique extérieur  $\vec{E}_{ext}$  : \_\_\_\_\_ et si le champ est uniforme : \_\_\_\_\_
-

**56.** Énergie potentielle d'un dipôle de moment magnétique  $\vec{M}$  plongé dans un champ magnétique extérieur

$\vec{B}_{ext} :$  \_\_\_\_\_ et si le champ est uniforme : \_\_\_\_\_

**57.** Énergie volumique d'origine électrique d'un champ électromagnétique : \_\_\_\_\_

**58.** Énergie volumique d'origine magnétique d'un champ électromagnétique : \_\_\_\_\_

**59.** Énergie d'origine magnétique instantanée emmagasinée dans une bobine d'inductance  $L$  parcourue par un courant d'intensité  $i(t)$  : \_\_\_\_\_

**60.** Énergie magnétique d'un système de deux circuits d'inductances propres respectives  $L_1$  et  $L_2$  et de mutuelle  $M$  parcourus par des courants respectifs  $I_1$ , et  $I_2$  : \_\_\_\_\_

**61.** Énergie d'origine électrique instantanée emmagasinée dans un condensateur de capacité  $C$  soumis à la différence de potentiel  $u(t)$  : \_\_\_\_\_

**62.** Énergie moyenne d'une particule libre à la température  $T$  : \_\_\_\_\_

**63.** Énergie moyenne d'une molécule diatomique à la température  $T$  : \_\_\_\_\_

**64.** Expression différentielle de l'énergie interne massique d'un gaz parfait : \_\_\_\_\_

**65.** Expression différentielle de l'enthalpie interne massique d'un gaz parfait : \_\_\_\_\_

**66.** Expression différentielle de l'entropie d'un gaz parfait en fonction des variables :

•  $T$  et  $V$  : \_\_\_\_\_

•  $T$  et  $P$  : \_\_\_\_\_

**67.** Expression différentielle du travail élémentaire des forces de pression reçu par un système fermé dans le cas général : \_\_\_\_\_ et pour une transformation quasi-statique : \_\_\_\_\_

**68.** Puissance mécanique reçu par un point matériel  $A$  animé d'une vitesse  $\vec{v}$  soumis à l'action d'une force  $\vec{F}$  : \_\_\_\_\_

69. Puissance instantanée fournie par un générateur de fem  $e(t)$  délivrant un courant  $i(t)$  : \_\_\_\_\_

70. Puissance Joule volumique recue par la matière : \_\_\_\_\_ et cas d'un milieu ohmique : \_\_\_\_\_

71. Puissance rayonnée par unité de surface par une onde électromagnétique : \_\_\_\_\_

72. Célérité des ondes électromagnétiques dans le vide (caractéristiques  $\epsilon_0$ , et  $\mu_0$ ) : \_\_\_\_\_

73. Célérité des ondes électromagnétiques dans un milieu d'indice de réfraction réel  $n$  : \_\_\_\_\_

74. Vitesse de phase d'une onde de vecteur d'onde  $\vec{k}(\omega)$  : \_\_\_\_\_

75. Vitesse de groupe d'une onde de vecteur d'onde  $\vec{k}(\omega)$  : \_\_\_\_\_

76. Définition générale d'une impédance en physique :  $Z =$  \_\_\_\_\_

77. Application au cas d'une :

- Résistance électrique :  $R_{el} =$  \_\_\_\_\_ (loi \_\_\_\_\_)
- Résistance thermique :  $R_{th} =$  \_\_\_\_\_

78. Expression de la résistance thermique d'un milieu de conductivité thermique  $\lambda$ , de longueur  $\ell$ , traversé par un flux thermique uniformément réparti sur une surface  $S$  : \_\_\_\_\_

79. Expression de la résistance électrique d'un conducteur de conductivité électrique  $\gamma$ , de longueur  $\ell$ , traversé par un courant uniformément réparti sur une surface  $S$  : \_\_\_\_\_

## V – Définitions et expressions diverses

80. Définition du gain en décibels associé à une fonction de transfert  $H(j\omega)$  : \_\_\_\_\_

81. Définition d'une fréquence de coupure : \_\_\_\_\_

82. Relation entre le facteur de qualité d'un oscillateur amorti et sa bande passante : \_\_\_\_\_

83. Conditions de Gauss : \_\_\_\_\_

- 84.** Définition du chemin optique (AB) : \_\_\_\_\_ et cas d'un milieu homogène : \_\_\_\_\_
- 85.** Définition du stigmatisme rigoureux : \_\_\_\_\_
- 86.** Définition de l'aplanétisme : \_\_\_\_\_
- 87.** Définition de deux sources mutuellement cohérentes : \_\_\_\_\_
- 88.** Définition de la longueur de cohérence temporelle d'une source de longueur d'onde moyenne  $\lambda_0$  autour de  $\Delta\lambda$  : \_\_\_\_\_
- 89.** Lien entre différence de marche, déphasage et ordre d'interférence : \_\_\_\_\_
- 90.** Conditions d'interférences constructives : \_\_\_\_\_
- 91.** Définition du contraste des franges (ou facteur de visibilité) : \_\_\_\_\_
- 92.** Définition d'un référentiel : \_\_\_\_\_
- 93.** Définition de la vitesse de glissement d'un solide 1 par rapport à un solide 2 : \_\_\_\_\_
- 94.** Définition d'une force conservative : \_\_\_\_\_
- 95.** Moment dipolaire électrique d'un ensemble de deux charges  $+q$  en  $P$  et  $-q$  en  $N$  : \_\_\_\_\_
- 96.** Moment magnétique d'un circuit plan parcouru par un courant  $i(t)$  : \_\_\_\_\_  
et cas d'une boucle circulaire : \_\_\_\_\_
- 97.** Vecteur densité de courant électrique dans un milieu contenant  $n$  porteurs de charges  $q$  par unité de volume : \_\_\_\_\_
- 98.** Moment d'inertie par rapport à  $Oz$  d'une masse ponctuelle  $m$  située à la distance  $d$  de l'axe : \_\_\_\_\_
- 99.** Définition de l'enthalpie d'un système fermé ( $P, V, T$ ) : \_\_\_\_\_
- 100.** Définition de l'énergie libre d'un système fermé ( $P, V, T$ ) : \_\_\_\_\_

**101.** Définition de l'enthalpie libre d'un système fermé ( $P, V, T$ ) : \_\_\_\_\_

**102.** Les contraintes d'une évolution isentropique : \_\_\_\_\_

**103.** Pour un système en équilibre thermodynamique avec un thermostat à la température  $T$  :

- Facteur de Boltzmann à l'énergie  $E$  : \_\_\_\_\_
- Fonction de partition si le système peut occuper les états  $i$  d'énergie  $E_i$  : \_\_\_\_\_
- Probabilité d'occupation d'un micro-état d'énergie  $E$  : \_\_\_\_\_
- Lien entre énergie moyenne et fonction de partition : \_\_\_\_\_
- Lien entre écart quadratique moyen et fonction de partition : \_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_
- Capacité thermique massique, définition : \_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_

**104.** Expression du vecteur densité de courant de déplacement : \_\_\_\_\_

## VI – Lois de conservation, principes, théorèmes et autres relations

**105.** Principe de Curie en physique : \_\_\_\_\_

**106.** Loi de Lenz : \_\_\_\_\_

**107.** Loi de Faraday : \_\_\_\_\_

**108.** Principe d'inertie : \_\_\_\_\_

**109.** Principe des actions réciproques : \_\_\_\_\_

**110.** Premier principe de la thermodynamique pour un système fermé : infinitésimal \_\_\_\_\_

et macroscopique \_\_\_\_\_

**111.** Second principe de la thermodynamique pour un système fermé : infinitésimal \_\_\_\_\_

et macroscopique \_\_\_\_\_

**112.** Première identité thermodynamique, sous forme différentielle (liant  $U$ ,  $S$ ,  $T$ ,  $V$  et  $P$ ) :

---

**113.** Deuxième identité thermodynamique, sous forme différentielle (liant  $H$ ,  $S$ ,  $T$ ,  $V$  et  $P$ ) :

---

**114.** Relation de Mayer pour  $n$  moles de gaz parfait :

---

**115.** Pour  $n$  moles de gaz parfait, expression de  $C_v$  : \_\_\_\_\_ et de  $C_p$  : \_\_\_\_\_

**116.** Inégalité de Clausius relative aux machines thermiques dithermes :

---

**117.** Transformations constitutives d'un cycle de Carnot :

---

**118.** Loi de Laplace : \_\_\_\_\_ et hypothèses : \_\_\_\_\_

**119.** Premier principe industriel en régime stationnaire d'un fluide dans une machine à une entrée et une sortie (deux formulations) :

---

**120.** Second principe industriel en régime stationnaire d'un fluide dans une machine à une entrée et une sortie :

---

**121.** Expression locale du principe de conservation de la charge électrique :

---

**122.** Expression locale de la conservation de l'énergie électromagnétique (équation de Poynting) :

---

**123.** Propriétés intégrales remarquables des champs électrostatique et magnétostatique :

\_\_\_\_\_ et \_\_\_\_\_

**124.** Lois de Coulomb pour le frottement solide :

• Première loi (statique) : \_\_\_\_\_

• Seconde loi (dynamique) : \_\_\_\_\_

**125.** Principe fondamental de la dynamique pour un point matériel de masse  $m$  (référentiel quelconque) :

---

**126.** Théorème du moment cinétique scalaire pour un point matériel de masse  $m$  (référentiel quelconque) :

---

**127.** Théorème de l'énergie cinétique pour un point matériel de masse  $m$  sous forme variationnelle puis intégrale (référentiel quelconque) : \_\_\_\_\_

**128.** Théorème de la puissance cinétique pour un point matériel de masse  $m$  (référentiel quelconque) :

---

**129.** Lois de Kepler pour le mouvement des planètes :

- Première loi : \_\_\_\_\_
- Seconde loi : \_\_\_\_\_
- Troisième loi : \_\_\_\_\_

**130.** Théorème de Malus : \_\_\_\_\_

**131.** Expression mathématique de la condition de stigmatisme entre deux points  $S$  et  $S'$  : \_\_\_\_\_

**132.** Lois de Snell-Descartes :

- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

**133.** Formule de conjugaison de Newton pour une lentille mince : \_\_\_\_\_

**134.** Formule de conjugaison de Descartes pour une lentille mince : \_\_\_\_\_

**135.** Définition du grandissement pour une lentille mince : \_\_\_\_\_

## VII – Équations différentielles, équations aux dérivées partielles et autres relations mathématiques fondamentales

136. Équation différentielle des oscillations libres d'un oscillateur harmonique : \_\_\_\_\_

137. Équation différentielle des oscillations libres d'un oscillateur amorti par frottement fluide : \_\_\_\_\_

138. Équation de diffusion : \_\_\_\_\_

139. Équation de d'Alembert : \_\_\_\_\_

140. Équation de Laplace : \_\_\_\_\_

141. Équation de Poisson : \_\_\_\_\_

142. Formule de Green–Ostrogradski : \_\_\_\_\_

143. Formule de Stokes : \_\_\_\_\_

144. Solution de l'équation différentielle  $\frac{dY}{dt} + \frac{1}{\tau}Y = \frac{1}{\tau}E$  ( $\tau$  et  $E$  constantes) avec  $Y(t = 0) = 0$  : \_\_\_\_\_

145. Solutions en régime forcé sinusoïdal de l'équation différentielle  $\frac{dY}{dt} + \frac{1}{\tau}Y = \frac{1}{\tau}E \cos(\omega t)$  : \_\_\_\_\_

146. Solutions de l'équation différentielle  $\frac{d^2Y}{dt^2} - \omega_0^2Y = 0$  ( $\omega_0$  réel positif) : \_\_\_\_\_

147. Solutions de l'équation différentielle  $\frac{d^2Y}{dt^2} + \frac{\omega_0}{Q} \frac{dY}{dt} + \omega_0^2Y = 0$  (avec  $\omega_0$  et  $Q$  positifs) :

•  $Q > 1/2$  : \_\_\_\_\_

•  $Q = 1/2$  : \_\_\_\_\_

•  $Q < 1/2$  : \_\_\_\_\_

---

**148.** Solution en régime forcé sinusoïdal de l'équation différentielle  $\frac{d^2Y}{dt^2} + \frac{\omega_0}{Q} \frac{dY}{dt} + \omega_0^2 Y = E \cos(\omega t)$  :

**149.** Solutions complexe de l'équation différentielle  $\frac{d^2Y}{dz^2} - \frac{2j}{\delta^2} Y = 0$  :

**150.** Formulation intrinsèque de l'opérateur laplacien vectoriel en fonction du rotationnel, de la divergence et du gradient :

**151.** Moyenne temporelle d'un  $\sin^2$  ou d'un  $\cos^2$  :

**152.** Moyenne temporelle du produit  $\cos(\alpha(t)) \cos(\alpha(t) + \varphi)$  où  $\alpha(t)$  est une fonction du temps et  $\varphi$  une expression indépendante du temps :

**153.** Moyenne temporelle (réelle) d'un produit de grandeurs complexes :