# Devoir Surveillé de rentrée

**L'emploi des calculatrices personnelles est interdit.**
**Aucune sortie n'est possible pendant l'épreuve.**

## Instructions générales

Ce DS est composé de trois parties : un exercice de mécanique, un de thermodynamique et un QCM.

Merci de porter une attention particulière à la rédaction. La présentation, la lisibilité, l'orthographe, la qualité de la rédaction, la clarté et la précision des raisonnements entreront pour une part importante dans l'appréciation des copies. En particulier, **les résultats non encadrés et non justifiés ne seront pas pris en compte**.

Le QCM est composé de 10 questions. Merci de cocher proprement vos réponses aux questions sur la feuille réponse jointe. L'énoncé ne sera pas relevé. Seule la feuille réponse entrera dans la notation.
Chaque question est notée sur 2 points.
Une réponse fausse enlève un point.
Un défaut de réponse n'enlève pas de points.

# I) Etude d'un pendule

Dans le référentiel terrestre supposé galiléen, on étudie le mouvement d'une masse $m$ assimilée à un point matériel $M$ accrochée au bout d'un fil de longueur $L$ dont l'autre extrémité est fixée en un point $O$, origine de la base cartésienne $\left(O,\overrightarrow{u_x},\overrightarrow{u_y},\overrightarrow{u_z}\right)$. La verticale descendante est orientée selon les $z$ croissants. L'angle formé par la verticale et la direction du fil est noté $\theta$. Il est compté positivement dans le sens trigonométrique. L'ensemble est soumis à l'accélération de la pesanteur, notée $\vec{g}$, orientée selon la verticale descendante.

**1)** Faire un schéma lisible représentant la masse hors équilibre. On fera apparaître sur ce schéma les points $O$ et $M$, le fil, l'accélération de la pesanteur, le repère cartésien, l'angle $\theta$, ainsi que la base polaire directe $(M,\overrightarrow{u_r},\overrightarrow{u_\theta})$.

## I.1) Dynamique du point

**2)** Donner l'expression de la vitesse puis de l'accélération en coordonnées polaires. Comment se simplifient-t-elles dans le cas présent ?

**3)** Faire le bilan des forces s'exerçant sur la masse $m$. Les faire apparaître sur le schéma précédent.

**4)** Enoncer le principe fondamental de la dynamique. L'appliquer au point $M$ et en déduire une équation du mouvement du pendule.

## I.2) Energétique du point

**5)** Parmi les forces citées en question 3, laquelle ne travaille pas ? Expliquer.

**6)** Pour la seconde, donner l'expression de l'énergie potentielle dont elle dérive en fonction de $\theta$. On prendra l'énergie potentielle nulle pour $\theta = 90°$.

**7)** Donner l'expression de l'énergie cinétique du point $M$ en fonction de $\dot{\theta}$.

**8)** Que peut-on dire des variations de l'énergie mécanique du point $M$ au cours du mouvement ? Pourquoi ?

**9)** En déduire l'équation du mouvement du pendule.

## I.3) Résolution de l'équation du mouvement

L'équation du mouvement précédemment trouvée peut se mettre sous la forme : $\ddot{\theta} + \omega_0^2 sin\theta = 0$

**10)** Résoudre l'équation du mouvement dans le cas où $\theta \ll 1$. On supposera que la masse est lâchée sans vitesse initiale d'un angle $\theta(0) = \theta_0$. En déduire l'expression de la période $T_0$ du mouvement du point $M$ en fonction de $g$ et $L$.

# II) Etude de transformations d'un gaz parfait (Concours blanc TSI1 2018)

On étudie différentes transformations réversibles de $n$ moles d'un gaz parfait.

<u>Données</u> :

- On notera $P$ la pression du gaz, $V$ son volume et $T$ sa température.
- On notera $R$ la constante des gaz parfaits.
- Soit $C_V$ la capacité calorifique à volume constant du gaz.
- Soit $C_P$ la capacité calorifique à pression constante du gaz.
- Soit $\gamma$ le rapport des capacités calorifiques à pression et à volume constant.

**11)** Donner l'équation d'état du gaz parfait. Préciser chacune des grandeurs utilisées dans cette équation et l'unité qui lui correspond dans le système international.

**12)** Donner l'expression de l'énergie interne $U$ d'un gaz parfait à la température $T$ en fonction des données.

**13)** Donner la définition de l'enthalpie $H$, puis exprimer celle d'un gaz parfait à la température $T$ en fonction des données.

**14)** En déduire la relation de Mayer qui relie les capacités calorifiques $C_V$ et $C_P$ à $R$ et la quantité de matière du gaz $n$.

**15)** Déduire de la relation de Mayer et de la définition du coefficient $\gamma$ la relation entre $C_V$, $n$, $R$ et $\gamma$ d'une part, et entre $C_P$, $n$, $R$ et $\gamma$ d'autre part.

**16)** On considère une compression isochore d'un gaz parfait de $P_1$ à $P_2$. Représenter cette transformation en diagramme de Clapeyron. Calculer le travail et le transfert thermique mis en jeu dans cette transformation.

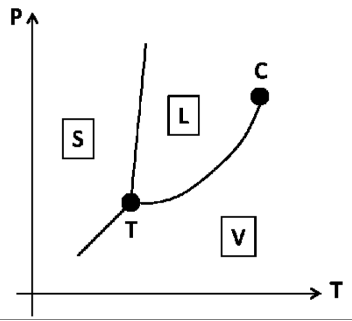
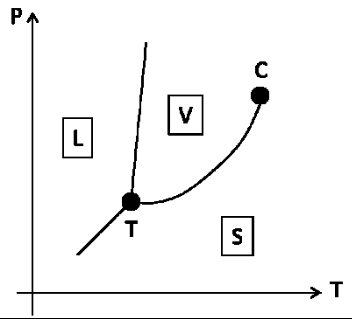
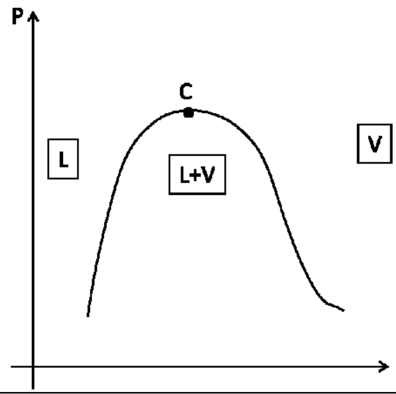
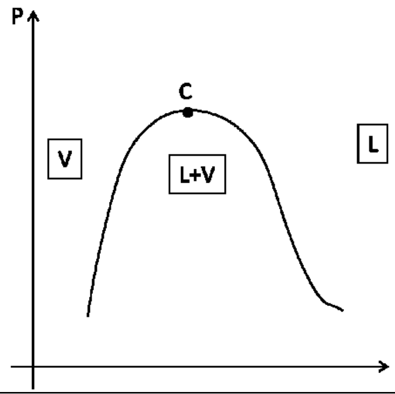
**17)** On considère une compression isobare d'un gaz parfait de $V_1$ à $V_2$. Représenter cette transformation en diagramme de Clapeyron. Calculer le travail et le transfert thermique mis en jeu dans cette transformation.

**18)** On considère une compression isotherme d'un gaz parfait de $P_1$ à $P_2$. Représenter cette transformation en diagramme de Clapeyron. Calculer le travail et le transfert thermique mis en jeu dans cette transformation.

**19)** Rappeler la loi de Laplace reliant pression et volume. Dans quel cas s'applique-t-elle ? Montrer que cette loi peut se réécrire comme : $P^{1-\gamma}T^{\gamma} = cte$

**20)** Sur les diagrammes suivants, le(s)quel(s) ont les phases positionnées au bon endroit ?

L : liquide ; S : solide ; V : vapeur

| | | | |
|---|---|---|---|
| a |  | b |  |
| c |  | d |  |

## III) QCM

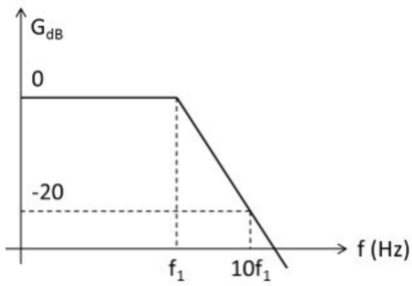
**21)** Quelle(s) relation(s) permette(nt) de relier période temporelle $T$, fréquence $f$, longueur d'onde $\lambda$ et célérité $c$ d'une onde progressive ?

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| a | $T=\dfrac{c}{f}$ | b | $\lambda = cT$ | c | $f=\dfrac{c}{\lambda}$ | d | $\lambda=\dfrac{T}{f}$ |

**22)** Où se trouve l'image d'un objet réel à l'infini via une lentille convergente ?

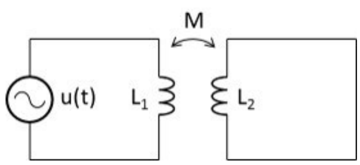
| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| a | à l'infini | b | dans le plan focal | c | dans le plan focal image | d | au centre optique |

**23)** Soit le diagramme de Bode asymptotique en amplitude suivant. Quel type de filtre représente-t-il ?




| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| a | Passe bande | b | Passe bas du premier ordre | c | Passe bas du second ordre | d | Passe haut du premier ordre |

**24)** Un ensemble de deux circuits couplés, non résistifs ($R_1 = R_2 = 0$) a son bobinage secondaire en court-circuit. Un générateur est branché aux bornes du circuit primaire, il impose une tension variable $u(t) = U_m \cos(\omega t)$. Quelle(s) équation(s) électrique(s) décrive(nt) l'évolution des grandeurs électriques dans le circuit ?



| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| a | $u=L_1\dfrac{di_1}{dt}+M\dfrac{di_2}{dt}$ | b | $0=L_2\dfrac{di_2}{dt}+M\dfrac{di_1}{dt}$ | c | $u=L_1\dfrac{di_1}{dt}+L_2\dfrac{di_2}{dt}$ | d | $0=L_2\dfrac{di_2}{dt}$ |

**25)** Pour la réaction chimique suivante en solution aqueuse, donner l'expression de constante d'équilibre : $A_{(s)}+2B_{(aq)}=C_{(g)}+H_2O_{(l)}$

$[A]$ représente la concentration molaire de l'espèce $A$ en solution aqueuse.

$P_C$ représente la pression partielle de l'espèce $C$.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| a | $K^0=\dfrac{[C][H_2O]}{[A][B]^2}$ | b | $K^0=\dfrac{P_C[H_2O]}{[B]}$ | c | $K^0=\dfrac{P_C}{[B]^2}$ | d | $K^0=\dfrac{[B]^2}{P_C[H_2O]}$ |

**26)** Parmi les tableaux d'avancement proposés, le(s)quel(s) peu(ven)t modéliser la transformation chimique précédente.

a

| | A | B | C | $H_2O$ |
|---|---|---|---|---|
| Etat initial | $n_A$ | $n_B$ | 0 | 0 |
| t | $n_A-\xi$ | $n_B-2\xi$ | $\xi$ | $\xi$ |
| Etat final | $n_A-\xi_{eq}$ | $n_B-2\xi_{eq}$ | $\xi_{eq}$ | $\xi_{eq}$ |

b

| | A | B | C | $H_2O$ |
|---|---|---|---|---|
| Etat initial | $n_A$ | $n_B$ | 0 | excès |
| t | $n_A-\xi$ | $n_B-2\xi$ | $\xi$ | excès |
| Etat final | 0 | 0 | $\xi_{eq}$ | excès |

c

| | A | B | C | $H_2O$ |
|---|---|---|---|---|
| Etat initial | $n_A$ | $n_B$ | 0 | excès |
| t | $n_A-\xi$ | $n_B-2\xi$ | $\xi$ | excès |
| Etat final | $n_A-\xi_{eq}$ | $n_B-2\xi_{eq}$ | $\xi_{eq}$ | excès |

d

| | A | B | C | $H_2O$ |
|---|---|---|---|---|
| Etat initial | $n_A$ | $n_B$ | 0 | excès |
| t | $n_A-\xi$ | $n_B-\xi$ | $\xi$ | excès |
| Etat final | $n_A-\xi_{eq}$ | $n_B-\xi_{eq}$ | $\xi_{eq}$ | excès |

**27)** On souhaite maintenant étudier la cinétique de cette réaction. On dit qu'elle est d'ordre 1. Quelle(s) peu(ven)t être alors l'équation différentielle régissant sa cinétique ?

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| a | $-\dfrac{1}{2}\dfrac{d[B]}{dt}=k[B]$ | b | $\dfrac{d[B]}{dt}+k[B]=0$ | c | $\dfrac{1}{2}\dfrac{d[B]}{dt}+k[B]^2=0$ | d | $-2k[B]=\dfrac{d[B]}{dt}$ |

**28)** Valider la(les) définition(s) juste(s).

| | |
|---|---|
| a | nombre $Z$ : nombre de nucléons dans un atome |
| b | nombre $Z$ : nombre de protons dans un atome |
| c | nombre $A$ : nombre d'électrons dans un atome |
| d | isotopes : atomes de même numéro atomique, mais nombre de masse différent |

**29)** Quelle(s) est(sont) la(les) configuration(s) électronique(s) juste(s) ?

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| a | $O(Z=8):1s^2 2s^2 2p^4$ | b | $C(Z=6):1s^2 2p^2 2s^2$ | c | $Be(Z=4):1s^2 2p^2$ | d | $He(Z=2):1s^2$ |

**30)** On étudie un cristal de chlorure de sodium $NaCl$. A l'intérieur, chaque ion cristallise en un réseau de maille cubique face centrée où les ions chlorures sont aux sommets de la maille et les ions sodium sont décalés d'une demi-arête. Quel est le nombre d'ions en propre dans cette maille ?

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| a | $N(Na)=12$ | b | $N(Na)=4$ | c | $N(Cl)=8$ | d | $N(Cl)=4$ |