



**Concours A2GP session 2018**  
**Composition : Physique 5 (thermodynamique)**  
**Durée : 3 Heures**

**Consignes pour les candidats**

Merci de ne rien marquer sur le sujet.  
Pour chaque question de l'épreuve, une seule bonne réponse possible.  
Répondez sur la grille séparée qui comporte 20 questions (1 à 20).  
Seules les grilles correctement remplies seront corrigées.

**PARTIE A**

Une masse constante de gaz parfait, dont le rapport des capacités thermiques à pression et à volume constants est  $\gamma = 1.4$ , parcourt le cycle représenté ci-contre. Le gaz initialement dans l'état A caractérisé par une pression  $P_A = 1.00$  bar, une température  $T_A = 144.4$  K et un volume  $V_A = 414$  cm<sup>3</sup>, subit une évolution isentropique qui l'amène à la température  $T_B = 278.8$  K

**Question1** : la pression en B a pour expression

A)  $P_B = P_A \left(\frac{T_B}{T_A}\right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}}$

B)  $P_B = P_A \left(\frac{T_A}{T_B}\right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}}$

C)  $P_B = P_A \left(\frac{T_B}{T_A}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$

D)  $P_B = P_A \left(\frac{T_B}{T_A}\right)^{\frac{\gamma}{\gamma+1}}$

E) Je passe

**Question2** : la pression en B vaut

A)  $P_B = 2 \cdot 10^6$  Pa

B)  $P_B = 10$  Pa

C)  $P_B = 10^5$  Pa

D)  $P_B = 8$  bar

E) Je passe

**Question3** : le volume en B a pour expression

A)  $V_B = V_A \left(\frac{T_A}{T_B}\right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}}$

B)  $V_B = V_A \left(\frac{T_B}{T_A}\right)^{\frac{1}{\gamma-1}}$

C)  $V_B = P_A \left(\frac{T_B}{T_A}\right)^{\frac{1}{1-\gamma}}$

$$D) V_B = V_A \left( \frac{T_B}{T_A} \right)^{\frac{1}{1-\gamma}}$$

E) Je passe

**Question4** : la valeur de la pression en B vaut :

A)  $V_B = 60 \text{ cm}^3$

B)  $V_B = 80 \text{ m}^3$

C)  $V_B = 80 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3$

D)  $V_B = 70 \text{ cm}^3$

E) Je passe

Le gaz est mis en contact avec une source de température  $T_B$  et subit une détente isotherme réversible qui ramène son volume à sa valeur initiale.

**Question5** : Calculer la pression dans l'état C

A)  $P_C = P_A \frac{V_B}{V_A} \left( \frac{T_B}{T_A} \right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}}$

B)  $P_C = P_B \left( \frac{V_B}{V_C} \right)^{\frac{1}{\gamma}}$

C)  $P_C = P_B \frac{V_B}{V_A} \left( \frac{T_B}{T_A} \right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}}$

D)  $P_C = P_B \left( \frac{T_C}{T_A} \right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}}$

E) Je passe

**Question6** : la valeur de la pression en C vaut :

A)  $P_C = 4.81 \text{ bar}$

B)  $P_C = 1.93 \cdot 10^5 \text{ Pa}$

C)  $P_C = 100.51 \text{ Pa}$

D)  $P_C = 8 \text{ bar}$

E) Je passe

**Question7** : Dans un diagramme (T,S) une évolution isobare est :

A) une hyperbole

B) une droite horizontale

C) une exponentielle décroissante

D) une exponentielle croissante

E) Je passe

**Question8** : Calculer la variation d'entropie  $\Delta S_{BC}$  sur l'évolution BC

A)  $\Delta S_{BC} = nRT_A \ln \frac{V_A}{V_B}$

B)  $\Delta S_{BC} = C_V \frac{T_C - T_B}{V_C}$

C)  $\Delta S_{BC} = \frac{\gamma n R}{\gamma - 1} \ln \frac{V_C}{V_B}$

$$D) \Delta S_{BC} = \frac{P_A V_A}{T_A} \ln \frac{V_A}{V_B}$$

E) Je passe

**Question9** : la valeur de la variation d'entropie  $\Delta S_{BC}$  vaut

$$A) \Delta S_{BC} = -0.47 \text{ JK}^{-1}$$

$$B) \Delta S_{BC} = 0.47 \text{ J}$$

$$C) \Delta S_{BC} = 0.67 \text{ JK}^{-1}$$

$$D) \Delta S_{BC} = 1.58 \text{ JK}^{-1}$$

E) Je passe

**Question10** : Calculer la variation d'entropie  $\Delta S_{CA}$  sur l'évolution

$$A) \Delta S_{CA} = \frac{nR}{\gamma-1} \ln \frac{T_A}{T_B}$$

$$B) \Delta S_{CA} = \frac{nR}{\gamma-1} \frac{T_A - T_B}{T_A}$$

$$C) \Delta S_{CA} = \frac{\gamma nR}{\gamma-1} \ln \frac{V_B}{V_A}$$

$$D) \Delta S_{CA} = \frac{\gamma nR}{\gamma-1} \ln \frac{T_A}{T_B}$$

E) Je passe

**Question11** : la valeur de la variation d'entropie  $\Delta S_{BC}$  vaut

$$A) \Delta S_{BC} = -0.47 \text{ JK}^{-1}$$

$$B) \Delta S_{BC} = 0.2 \text{ JK}^{-1}$$

$$C) \Delta S_{BC} = 0.67 \text{ JK}^{-1}$$

$$D) \Delta S_{BC} = 0.47 \text{ JK}^{-1}$$

E) Je passe

**Question12** : l'expression de l'entropie échangée  $S_e$  au cours de l'évolution CA :

$$A) S_e = \frac{nR}{\gamma-1} \ln \frac{V_C}{V_B}$$

$$B) S_e = \frac{nR}{\gamma-1} \ln \frac{T_C}{T_A}$$

$$C) S_e = \frac{P_A V_A}{(\gamma-1)T_A} \left(1 - \frac{T_B}{T_A}\right)$$

$$D) S_e = \frac{\gamma nR}{(\gamma-1)} \left(1 - \frac{T_C}{T_A}\right)$$

E) Je passe

**Question13** : la valeur  $S_C$  de l'entropie créée au cours de l'évolution CA vaut :

$$A) S_C = 0.47 \text{ JK}^{-1}$$

$$B) S_C = 0.67 \text{ JK}^{-1}$$

$$C) S_C = -0.47 \text{ JK}^{-1}$$

$$D) S_C = 0.2 \text{ JK}^{-1}$$

E) Je passe

## **PARTIE B**

L'atmosphère est considérée comme un gaz parfait de masse molaire  $M_a = 29 \text{ g/mol}$ . On prend l'axe (Oz) verticale ascendant, son origine étant prise au niveau du sol. On donne la constante des gaz parfaits  $R = 8.314 \text{ J K}^{-1}\text{mol}^{-1}$ . Au niveau du sol, la température de l'air est  $T_0 = 290$  ; sa pression est  $P_0 = 1 \text{ bar}$  et sa masse volumique  $\mu_0 = 1.3 \text{ gL}^{-1}$ ,  $g = 10 \text{ m s}^{-2}$

**Question14 :** Selon le modèle standard, on admet que dans la troposphère, partie de l'atmosphère comprise entre 0 et 11 km, la température vérifie la relation :  $T(z) = T_0(1 - az)$  avec  $a = 22.5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^{-1}$ . On pose  $\alpha = \frac{gM_a}{aRT_0}$

La pression à l'altitude  $z$  est

- A)  $P = \frac{P_0}{(1-az)^\alpha}$
- B)  $P = P_0(1 - az)^\alpha$
- C)  $P = P_0 \ln(1 - az)^\alpha$
- D)  $P = P_0(az - 1)^\alpha$
- E) Je passe

**Question15 :** l'expression de de la masse volumique  $\mu$  à l'altitude  $z$  est

- A)  $\mu(z) = \frac{P_0 M_a}{RT_0} (1 - az)^{1-\alpha}$
- B)  $\mu(z) = \frac{RT_0}{P_0 M_a} (1 - az)^{\alpha-1}$
- C)  $\mu(z) = \frac{P_0 M_a}{RT_0} \left( \frac{1}{(1-az)^{1-\alpha}} \right)$
- D)  $\mu(z) = \frac{P_0 M_a}{RT_0} (az - 1)^{1-\alpha}$
- E) Je passe

**Question16 :** Un ballon de volume maximal  $V_{\max} = 1\,000 \text{ m}^3$  est partiellement gonflé au sol avec un volume  $V_0 = 500 \text{ cm}^3$  d'hélium. La masse totale de l'enveloppe et de la nacelle est  $m = 500 \text{ kg}$ . L'enveloppe est munie d'une soupape qui assure l'équilibre mécanique et thermique entre l'hélium et l'air extérieur.

L'expression de la densité  $d_{He}$  de l'hélium par rapport à l'air est :

- A)  $d_{He} = \frac{M_a}{M_{He}}$
- B)  $d_{He} = \frac{M_a}{\mu_0}$
- C)  $d_{He} = \frac{M_{He}}{M_a}$
- D)  $d_{He} = \frac{\mu_a}{\mu_{He}}$
- E) Je passe

**Question17 :** On appelle force ascensionnelle la somme des forces extérieures s'exerçant sur le ballon, en mouvement rectiligne le long de l'axe (Oz). L'expression de la force ascensionnelle est :

- A)  $\vec{F}_0 = [\mu_0 V_0 (1 - d) - m] g \vec{u}_z$
- B)  $\vec{F}_0 = [m - \mu_0 V_0 (1 - d)] g \vec{u}_z$
- C)  $\vec{F}_0 = [\mu_0 V_0 (1 + d) - m] g \vec{u}_z$

D)  $\vec{F}_0 = [\mu_0 V_0(1 - d) + m]g\vec{u}_z$

E) Je passe

**Question18 :** A quelle condition la balle s'élève-t-elle ? Il faut que

A)  $d < \frac{m}{\mu_0 V_0} - 1$

B)  $d > 1 - \frac{m}{\mu_0 V_0}$

C)  $d < \frac{m}{\mu_0 V_0} + 1$

D)  $d < 1 - \frac{m}{\mu_0 V_0}$

E) Je passe

**Question19 :** L'application numérique donne

A)  $d > 0.23$

B)  $d < 0.23$

C)  $d < 0.52$

D)  $d > 0.83$

E) Je passe

**Question20 :** L'expression de volume  $V(z)$  au cours de l'ascension tant que  $V(z) < V_{\max}$  est :

A)  $V(z) = V_0(1 - az)^{1-\alpha}$

B)  $V(z) = V_0(1 - az)^{\alpha-1}$

C)  $V(z) = V_0 \ln(1 - az)^\alpha$

D)  $V(z) = V_0(az - 1)^{\alpha-1}$

E) Je passe

Fin