

Université Claude Bernard Lyon 1



Tutorat Lyon Est

Année Universitaire 2020 - 2021

Unité d'Enseignement 6

Correction CC

Correction détaillée

Martin ALLOATTI
Léo BRUNETTI
Célia CAPUANO
Adriana DI MAIO
Florian DURET
Marina GRIGORYAN
Phœbé PRENAS-JEANNIN
Valentin LEONE

Correction rapide

Questions	Item(s) juste(s)
1	BCE
2	CE
3	BD
4	D
5	BE
6	ACE
7	BDE
8	C (5/0)
9	D (5/0)
10	B (5/0)
11	AD
12	BE
13	C
14	B

Correction détaillée

Question 1 : BCE

- A. L'énergie interne U d'un système thermodynamique est une variable intensive.
- B. La variation d'énergie interne ΔU est indépendante de la transformation thermodynamique faisant passer un système de l'état initial i à l'état final f .
- C. L'énergie interne d'un gaz parfait ne dépend que de sa température.
- D. La somme $Q+W$ n'est pas une fonction d'état.
- E. L'énergie interne d'un gaz parfait représente l'énergie cinétique des molécules le composant.

A FAUX Toutes les énergies sont des variables extensives.

B VRAI Il s'agit d'une fonction d'état et ne dépend donc que de l'état final et initial.

C VRAI C'est du cours et $U = \frac{3}{2}nRT$.

D FAUX La somme de la chaleur et du travail représente la variation d'énergie interne qui est une fonction d'état.

E VRAI On ne prend pas en compte leur énergie potentielle pour un gaz parfait.

Question 2 : CE

Une mole de gaz parfait subit une transformation isobare. On note p_0 la pression appliquée par l'extérieur sur le gaz et respectivement V_0 et V_1 , le volume du gaz à l'état initial et à l'état final. Le travail (en J) reçu par le gaz est :

- A. $W = 0$, car isobare.
- B. $W = p_0(V_1 - V_0)$.
- C. $W = -p_0(V_1 - V_0)$.
- D. Positif si $V_1 > V_0$.
- E. Positif si $V_1 < V_0$.

A FAUX Le travail ne peut être nul que si la transformation est **isochore**, c'est-à-dire, que le volume est constant.

▪ Cas d'une transformation isochore :

Pour une transformation **isochore**, le volume ne variant pas, on a alors $dV = 0$, le travail élémentaire est donc nul : $\delta W = 0$.

Au cours d'une transformation isochore, le travail des forces de pression est nul.

B FAUX

C VRAI Pour rappel, lors d'une transformation **isobare** (à pression constante), on peut définir le travail selon la formule suivante : $W = -p(V_f - V_i)$. Donc, si on remplace par les initiales données dans l'énoncé on obtient : $W = -p_0(V_1 - V_0)$.

▪ Cas d'une transformation isobare :

Pour une transformation **isobare**, si le **volume varie**, d'un volume initial V_i à un volume final V_f , alors on a nécessairement : $p_{int} = p_{ext} = p$.

Le travail des forces de pression au cours d'une transformation isobare est : $W = -p(V_f - V_i)$

D FAUX Si on réutilise la formule trouvée dans l'item précédent, $W = -p_0(V_1 - V_0)$, dans le cas où $V_1 > V_0$ on aura $V_1 - V_0 > 0$.
Ainsi, $-p_0(V_1 - V_0) < 0$ et donc $W < 0$. Le travail sera négatif.

E VRAI Si on réutilise la formule trouvée dans l'item précédent, $W = -p_0(V_1 - V_0)$, dans le cas où $V_1 < V_0$ on aura $V_1 - V_0 < 0$.
Ainsi, $-p_0(V_1 - V_0) > 0$ et donc $W > 0$. Le travail sera positif.

Pour les items D et E, vous pouvez aussi connaître la réponse par cœur. Je vous remets le passage du cours qui y fait référence :

La valeur absolue du travail des forces de pression est égale à l'aire A comprise entre la courbe représentant la transformation du système dans le diagramme de Clapeyron et l'axe des abscisses.

Le travail (compté algébriquement) est :

- ➔ Positif, si $V_f < V_i$ (le système reçoit du travail si son volume diminue)
- ➔ Négatif, si $V_f > V_i$ (le système cède du travail si son volume augmente)

Question 3 : BD

Une mole de gaz parfait subit une transformation isotherme. On note T_0 la température du gaz à l'état initial et respectivement V_0 et V_1 , le volume du gaz à l'état initial et à l'état final. On note R la constante des gaz parfaits.

Le transfert thermique (ou quantité de chaleur) (en J) reçu par le gaz est :

- A. $Q = 0$ car transformation isotherme.
- B. $Q = RT_0 \ln \frac{V_1}{V_0}$.
- C. $Q = -RT_0 \ln \frac{V_1}{V_0}$.
- D. Positif si $V_1 > V_0$.
- E. Négatif si $V_1 > V_0$.

Pour une transformation isotherme :

$$Q = -W = -nRT_0 \ln \frac{V_0}{V_1} = nRT_0 \ln \frac{V_1}{V_0} = RT_0 \ln \frac{V_1}{V_0}$$

Car on a 1mol de gaz parfait donc $n = 1$.

B VRAI, A et C FAUX

$\ln(x) > 0$ si et seulement si $x > 1$ donc pour avoir un transfert thermique positif en utilisant la formule trouvée précédemment : si $V_1 > V_0$ alors $\frac{V_1}{V_0} > 1$ et donc le transfert thermique sera positif.

D VRAI, E FAUX

Question 4 : D

Soit une mole de gaz parfait subissant une transformation isochore lui permettant de passer d'un état d'équilibre 1 ($p_1 = 10^5 \text{ Pa}$, $V_1 = 32 \text{ L}$) à un état d'équilibre 2 ($p_2 = 10^6 \text{ Pa}$, V_2).

Quelle est la variation d'entropie (en $J \cdot K^{-1}$) du gaz lorsqu'il passe de l'état 1 à l'état 2 ?

On note C_V (en $J \cdot K^{-1}$) la capacité thermique à volume constant (supposée constante) du gaz parfait. On donne $R \approx 8 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$

- A. $\Delta S = C_V \ln(0,01)$.
- B. $\Delta S = C_V \ln(0,1)$.
- C. $\Delta S = C_V \ln(1)$.
- D. $\Delta S = C_V \ln(10)$.
- E. $\Delta S = C_V \ln(100)$.

On nous demande la variation d'entropie d'un gaz parfait, il faut donc utiliser la formule du cours. On peut exprimer la variation d'entropie d'un gaz parfait selon différents couples de variables :

- Selon le couple (T, V) : $\Delta S = C_V \ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right) + nR \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$
- Selon le couple (T, p) : $\Delta S = C_p \ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right) - nR \ln\left(\frac{p_2}{p_1}\right)$ (attention ici on a un signe - et pas un signe +)
- Selon le couple (p, V) : $\Delta S = C_V \ln\left(\frac{p_2}{p_1}\right) + C_p \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$

Avec les données de l'énoncé on remarque que l'on va devoir utiliser la formule avec le couple (p, V). De plus, la transformation est dite isochore, c'est-à-dire que $V_1 = V_2$: on n'a pas de variation de volume.

On peut maintenant appliquer la formule :

$$\begin{aligned}\Delta S &= C_V \ln\left(\frac{p_2}{p_1}\right) + C_p \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) \\ \Delta S &= C_V \ln\left(\frac{10^6}{10^5}\right) + C_p \ln\left(\frac{V_2}{V_2}\right) \\ \Delta S &= C_V \ln(10) + C_p \ln(1)\end{aligned}$$

Pour rappel $\ln(1) = 0$ donc $\Delta S = C_V \ln(10)$

D VRAI, A B C et E FAUX

Question 5 : BE

1000 atomes de gaz parfait sont présents dans un cube de 1 micromètre d'arête à 327 °C. On prendra $N_a = 6 \times 10^{23}$, $R = 8 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.

- A. Il n'est pas possible de calculer la pression dans le cube car il manque des données.
- B. La pression dans le cube est égale à 8 Pa.
- C. La pression est nulle pour si peu de particules.
- D. La pression dans le cube est égale à 8×10 Pa.
- E. La vitesse des atomes dans le cube suit la répartition de Maxwell-Boltzmann.

A FAUX On est en présence d'un gaz parfait donc on peut utiliser la loi des gaz parfaits : $pV = nRT$.

On connaît T (température) et R (constante des gaz parfaits) et on peut déterminer n et V grâce aux données de l'énoncé.

Pour la quantité de matière n : $n = \frac{N}{N_a}$ avec N le nombre d'atomes et N_a le nombre d'Avogadro.

$$n = \frac{10^3}{6 \times 10^{23}} = \frac{10}{6} \times \frac{100}{10^{23}} = \frac{10}{6} \times 10^{-21} \text{ mol}$$

Pour le volume : on est en présence d'un cube dont le côté mesure $1 \mu\text{m}$. Pour trouver le volume d'un cube on élève le côté au cube. On n'oublie pas de convertir dans les unités du système international : $1 \mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m}$.

$$V = (1 \times 10^{-6})^3 = 10^{-6 \times 3} = 10^{-18} \text{ m}^3$$

Il ne reste plus qu'à convertir la température pour être dans les unités du système international.

$$T = 327 \text{ }^\circ\text{C} = 327 + 273 = 600 \text{ K}$$

On a maintenant tous les éléments nécessaires pour trouver la pression p .

B VRAI Maintenant qu'on a tous les éléments, on peut passer à l'application numérique de la formule.

$$p = \frac{nRT}{V} = \frac{\frac{10}{6} \times 10^{-21} \times 8 \times 600}{10^{-18}}$$

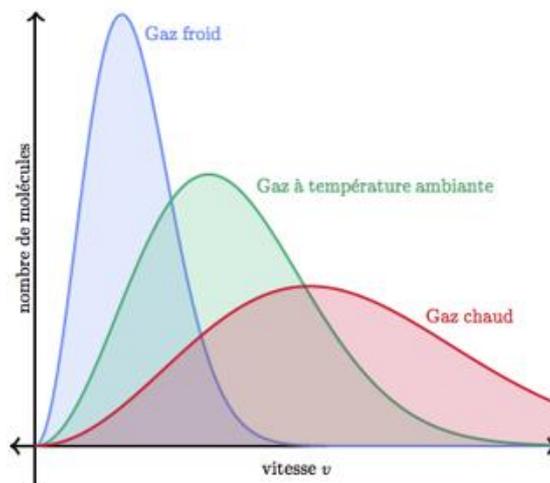
$$p = \frac{10 \times 10^{-21} \times 8 \times 6 \times 100}{6 \times 10^{-18}} = 10^3 \times 10^{-3} \times 8$$

$$p = 8 \text{ Pa}$$

C FAUX Voir item B. On a très peu de particules mais on a également un très petit volume et une température plutôt élevée donc rien n'empêche d'avoir une pression.

D FAUX Voir item B.

E VRAI C'est bien la distribution de Maxwell-Boltzmann qui caractérise la répartition de la vitesse des atomes dans un gaz.



Lorsque on apporte de la chaleur la vitesse moyenne des molécules augmente mais les vitesses sont plus réparties (courbe plus « aplatie »).

Question 6 : ACE

Pour un gaz parfait, toutes choses égales par ailleurs dans l'énoncé :

- A. La pression est proportionnellement croissante avec la température.
- B. La pression est décroissante avec une hausse de la température.
- C. La température augmente, si le volume augmente.
- D. La pression est proportionnellement croissante avec le volume du gaz.
- E. La pression est décroissante avec une augmentation du volume du gaz.

Pour répondre à ce QCM on va utiliser l'équation des gaz parfaits : $PV = nRT$.

A VRAI Pour savoir si la pression et la température évoluent dans le même sens ou non, il faut écrire l'un des paramètres en fonction de l'autre (isoler la pression ou la température dans l'équation des gaz parfaits) :

$$P = \frac{nRT}{V}$$

On voit bien que P et T sont tous les deux au numérateur, donc ces deux paramètres évoluent dans le même sens (s'il y en a un qui augmente, l'autre aussi). Donc ici, la pression est bien proportionnellement croissante avec la température.

B FAUX En réécrivant la pression en fonction de la température :

$$P = \frac{nRT}{V}$$

On peut voir que la pression ne peut pas être décroissante avec une hausse de température, si la température augmente alors la pression aussi (les deux sont au numérateur des deux côtés de l'égalité => voir correction item A).

C VRAI On va procéder de la même manière : écrire la température en fonction de volume :

$$T = \frac{PV}{nR}$$

On remarque que T et V sont au numérateur des deux côtés de l'égalité, donc ils évoluent dans le même sens. Ici, si le volume augmente, la température augmentera également.

D FAUX Pour cet item on peut reprendre la forme de la formule écrit dans l'item A, car il est encore question de la pression mais cette fois-ci, on regardera son évolution par rapport au volume.

$$P = \frac{nRT}{V}$$

On remarque que P est au numérateur, tandis que le volume est au dénominateur, donc on peut dire que ces deux éléments sont inversement proportionnels (donc ils évoluent dans des sens opposés, s'il y en a un qui augmente, l'autre diminue, ou inversement).

Donc ici la pression est proportionnellement décroissante avec le volume (si on augmente le volume, la pression la diminue).

E VRAI On réécrit la pression en fonction du volume :

$$P = \frac{nRT}{V}$$

On remarque qu'ils sont inversement proportionnels, donc si le volume augmente la pression décroît (voir correction item D).

Question 7 : BDE

La dimension :

- A. D'un angle solide est L^2 .
- B. D'une énergie est ML^2T^{-2} .
- C. D'une quantité de mouvement est ML^2T^{-1} .
- D. D'une charge électrique est TI .
- E. De la constante de Boltzmann est $ML^2T^{-2}\theta^{-1}$.

A FAUX Attention un angle n'a pas de dimensions (seulement la vitesse angulaire a une dimension : T^{-1}).

B VRAI La dimension d'une énergie est bien ML^2T^{-2} (cf. tableau des grandeurs dérivées des grandeurs fondamentales).

C FAUX La dimension d'une quantité de mouvement est MLT^{-1} . Il est possible de la retrouver par la formule suivante : $p=mv$: donc la quantité de mouvement c'est une masse multipliée par une vitesse donc on fait la même pour trouver sa dimension.

$$[p] = [m] \times [v] = M \times LT^{-1}$$

D VRAI La dimension d'une charge électrique est bien TI (Cf. : tableau des grandeurs dérivées des grandeurs fondamentales).

E VRAI La dimension de la constante de Boltzmann est bien $ML^2T^{-2}\theta^{-1}$. Il est possible de la retrouver par cette formule : $k_B = \frac{E}{T}$ (c'est une énergie divisée par une température).

$$\text{Donc : } [k_B] = \frac{[E]}{[T]} = \frac{ML^2T^{-2}}{\theta} = ML^2T^{-2}\theta^{-1}$$

Question 8 (5/0) : C

La vitesse v acquise par un corps de masse m tombant dans le vide, d'une hauteur h peut s'écrire sous la forme :

$$v = km^\alpha h^\beta g^\gamma$$

où k est une constante sans dimension et g l'accélération de la pesanteur.

Déterminer par analyse dimensionnelle, les valeurs numériques des exposants α , β et γ .

- A. $\alpha = \frac{1}{2}$; $\beta = -\frac{1}{2}$; $\gamma = \frac{1}{2}$
- B. $\alpha = -\frac{1}{2}$; $\beta = -\frac{1}{2}$; $\gamma = \frac{1}{2}$
- C. $\alpha = 0$; $\beta = \frac{1}{2}$; $\gamma = \frac{1}{2}$
- D. $\alpha = \frac{1}{2}$; $\beta = \frac{1}{2}$; $\gamma = \frac{1}{2}$
- E. $\alpha = 0$; $\beta = \frac{1}{2}$; $\gamma = -\frac{1}{2}$

A FAUX B FAUX C VRAI D FAUX E FAUX

Pour résoudre ce type d'exercice, il faut toujours procéder de la même manière :

1. On identifie les dimensions de chaque grandeur.
2. On réécrit la formule en remplaçant les grandeurs par leurs dimensions.
3. On regroupe les exposants en fonction des dimensions.
4. On écrit le tout sous la forme d'un système et on le résout.

Procédons étape par étape pour notre exercice :

1. La vitesse a pour dimension : $[v] = L \cdot T^{-1}$
k est une constante donc sans dimension : $[k] = 1$
La masse a pour dimension : $[m] = M$
La hauteur a pour dimension : $[h] = L$
L'accélération de la pesanteur a pour dimension : $[g] = L \cdot T^{-2}$
2. Une fois toutes les dimensions identifiées, on remplace dans la formule :

$$v = km^\alpha h^\beta g^\gamma$$

$$[v] = [k] \times [m]^\alpha \times [h]^\beta \times [g]^\gamma$$

$$L \cdot T^{-1} = 1 \times M^\alpha \times L^\beta \times (L \cdot T^{-2})^\gamma$$

$$L \cdot T^{-1} = M^\alpha \times L^\beta \times L^\gamma \times T^{-2\gamma}$$

3. On regroupe les exposants :

$$L \cdot T^{-1} = M^\alpha \times L^{\beta+\gamma} \times T^{-2\gamma}$$

4. On écrit le système et on le résout :

Pour M : $\alpha = 0$

Pour L : $\beta + \gamma = 1$

Pour T : $-2\gamma = -1$

On voit que pour M, on a directement α . Donc $\alpha = 0$.

Puis, on voit que pour T, on peut trouver γ . En effet, on a $-2\gamma = -1$ et donc $\gamma = \frac{1}{2}$.

Enfin, il ne nous reste plus qu'à trouver β et pour cela on a besoin d'utiliser T. Il nous suffit juste de remplacer γ par la valeur déterminée précédemment et à calculer β . En effet, on a $\beta + \gamma = \beta + \frac{1}{2} = 1$

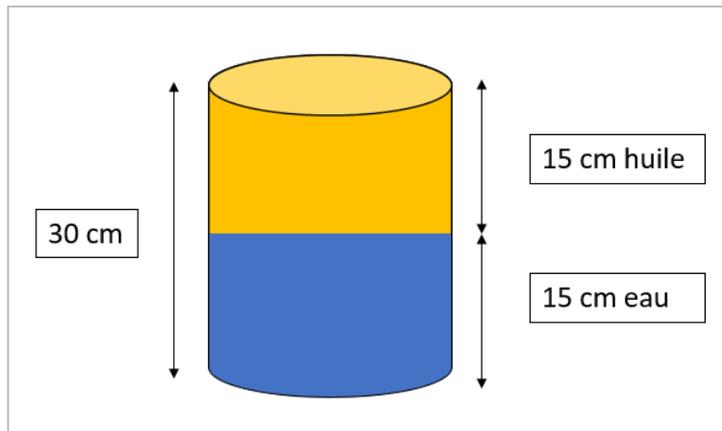
et donc $\beta = 1 - \frac{1}{2} = \frac{1}{2}$

C VRAI

Question 9 (5/0) : D

Dans une éprouvette cylindrique, se trouve à volume égal de l'eau de densité 1, et au-dessus, de l'huile de densité 0,8. On considère les deux liquides non miscibles. La surface libre se trouve à la hauteur, $h = 30$ cm, du fond de l'éprouvette. Quelle est la pression exercée par les liquides sur le fond de l'éprouvette ? Si besoin $P_{\text{atm}} = 10^5$ Pa et $g = 10$ m.s⁻².

- A. 130 Pa.
- B. 270 Pa.
- C. 1 300 Pa.
- D. 2 700 Pa.
- E. 13 000 Pa.



Un cylindre est une forme régulière ; la surface est donc la même sur toute la hauteur du cylindre. On place le même volume d'eau que d'huile.

$$h_{eau} = \frac{V_{eau}}{S} \text{ et } h_{huile} = \frac{V_{huile}}{S}$$

Or comme le volume et la surface sont identiques dans les deux cas, on a : $h_{eau} = h_{huile}$

La hauteur totale étant de 30 cm, on obtient :

$$h_{eau} = h_{huile} = \frac{30}{2} = 15 \text{ cm}$$

La pression exercée par les liquides sur le fond de l'éprouvette correspond donc à la pression exercée par les 15 cm d'eau et les 15 cm d'huile.

$$\begin{aligned} P &= \rho_{eau} g h_{eau} + \rho_{huile} g h_{huile} \\ P &= 1 \times 10^3 \times 10 \times 15 \times 10^{-2} + 0,8 \times 10^3 \times 10 \times 15 \times 10^{-2} \\ P &= 15 \times 10^2 + 12 \times 10^2 \\ P &= 27 \times 10^2 = 2700 \end{aligned}$$

D VRAI

Question 10 (5/0) : B

Du sang, de viscosité 2.10^{-3} Pa.s et de densité 1, s'écoule dans une artère horizontale de 4 mm de diamètre. Jusqu'à quelle valeur du débit sanguin l'écoulement restera sûrement laminaire ? Si besoin, $\pi = 3$ et $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$.

- A. $5.10^{-6} \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$
- B. $12.10^{-6} \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$
- C. $24.10^{-6} \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$
- D. $30.10^{-6} \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$
- E. $32.10^{-6} \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$

ACDE FAUX

B VRAI Il s'agit d'une application de la formule du nombre de Reynolds, qui doit rester inférieur à 1000 si l'écoulement veut rester laminaire :

$$N_{Reynolds} = \frac{r \times \rho \times v}{\eta}$$

Pour déterminer la valeur du débit, il nous faut d'abord trouver la valeur de la vitesse :

$$v = \frac{N_{Reynolds} \times \eta}{r \times \rho}$$

Application numérique :

$$v = \frac{10^3 \times 2.10^{-3}}{2.10^{-3} \times 10^3} = 1 \text{ m.s}^{-1}$$

Il ne nous reste plus qu'à appliquer la formule classique du débit :

$$D = S \times v = \pi \times r^2 \times v = 3 \times (2.10^{-3})^2 \times 1 = 3 \times 4 \times 10^{-6} = 12.10^{-6} \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$$

Question 11 : AD

Une aiguille à injection hypodermique est longue de 2 cm. Son rayon intérieur vaut 0,3 mm. Le débit de l'eau forcée à travers l'aiguille est de $10^{-7} \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$. En supposant que l'écoulement reste laminaire :

Si besoin, viscosité de l'eau $\eta_{\text{eau}} = 10^{-3} \text{ Pa.s}$ et $\pi = 3$.

- A. La vitesse moyenne de l'eau est de $0,370 \text{ m.s}^{-1}$.
- B. La vitesse moyenne de l'eau est de $0,590 \text{ m.s}^{-1}$.
- C. La vitesse maximale de l'eau est de $1,080 \text{ m.s}^{-1}$.
- D. La perte de charge nécessaire pour avoir un tel débit est de 658 Pa.
- E. La perte de charge nécessaire pour avoir un tel débit est de 920 Pa.

- $l = 2 \text{ cm} = 2 \times 10^{-2} \text{ m}$
- $r = 0,3 \text{ mm} = 3 \times 10^{-4} \text{ m}$
- $D = 10^{-7} \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$
- $\eta_{\text{eau}} = 10^{-3} \text{ Pa.s}$
- $S = \pi r^2 = 3 \times (3 \times 10^{-4})^2 = 3 \times 9 \times 10^{-8} = 27 \times 10^{-8} \text{ m}^2$

$$D = S \times v \text{ donc } v = \frac{D}{S}$$
$$v_{\text{moy}} = \frac{D}{S} = \frac{10^{-7}}{27 \times 10^{-8}} = \frac{1}{27} \times 10 \approx 0,370 \text{ m.s}^{-1}$$

A VRAI et B FAUX

$$v_{\text{max}} = 2 \times v_{\text{moy}} = 2 \times 0,370 = 0,740 \text{ m.s}^{-1}$$

C FAUX

$$\Delta P = R \times D = \frac{8\eta l}{\pi r^4} \times D$$
$$\Delta P = \frac{8 \times 10^{-3} \times 2 \times 10^{-2}}{3 \times (3 \times 10^{-4})^4} \times 10^{-7}$$
$$\Delta P = \frac{16}{3 \times 3^4} \times \frac{10^{-12}}{10^{-16}}$$
$$\Delta P = \frac{16}{243} \times 10^4$$
$$\Delta P = 0,0658 \times 10^4$$
$$\Delta P = 658 \text{ Pa}$$

D VRAI et E FAUX

Question 12 : E (B annulé)

À une température donnée, pour optimiser le flux J dans la formule de Fick, on voudra :

- A. Augmenter D, le coefficient de diffusion.
- B. Augmenter S, la surface d'échange.
- C. Augmenter x, la distance de diffusion.
- D. Inverser le sens du flux.
- E. Augmenter ΔC , le gradient de concentration.

A FAUX Pour cette question, il fallait connaître la formule du flux J de la loi de Fick :

$$J = \frac{dm}{S \times dt} = - \frac{D \times \Delta C}{dx}$$

Soit on connaît la formule par cœur, soit on raisonne en se disant qu'un flux de matière correspond à un nombre de particules (mol) qui passe par un pore d'une certaine surface (m^2) pendant un certain temps (s^{-1}). L'unité du flux est donc en $mol.m^{-2}.s^{-1}$. Avec cela, la formule pouvait être retrouvée : $J = (dm) / (S \times dt)$.

De plus, puisque l'on apprend la première loi de Fick qui stipule que $dm/dt = -D \times S \times \Delta C \div dx$, on pouvait retomber sur nos pattes et en déduire la fameuse formule tant attendue.

En augmentant D, on diminue -D donc on abaisse le flux J.

B ANNULÉ Le professeur a annulé cet item, qu'il avait d'abord considéré comme juste car il avait considéré que si S augmente, alors D augmente selon la formule $D = S \times v$. Toutefois, après avoir remarqué que si S n'était pas inclus dans J, la formule de la loi de Fick contredisait sa correction. Dans son esprit, ce n'était pas un piège volontaire car les phénomènes de diffusion sont bien proportionnels à la surface. Il a néanmoins préféré annuler cet item.

C FAUX En augmentant dx, on abaisse $(D \times \Delta C) / (dx)$, donc on réhausse $(-D \times \Delta C) / (dx) = J$: le flux J est optimisé.

D FAUX Inverser le sens du flux revient à multiplier par (-1) le ΔC . Cela ne peut donc pas servir à améliorer le flux, mais juste à lui conférer la valeur inverse en faisant $J \times (-1)$.

E VRAI En augmentant le gradient de concentration dans le bon sens, c'est-à-dire mettre plus de solutés en amont qu'en aval de la membrane à traverser, on optimise le flux puisque les solutés suivront plus facilement leur gradient.

Question 13 : C

Avec un osmomètre à paroi dialysante (Dutrochet), on mesure contre de l'eau pure la pression osmotique d'une solution formée d'une macromolécule neutre et de 0,1 M de NaCl. Si on remplace l'eau pure par une solution de 0,01 M de NaCl, la pression mesurée :

- A. Est plus grande.
- B. Est plus petite.
- C. Est inchangée.
- D. Est doublée.
- E. Est diminuée de moitié.

Ici, on a une paroi dialysante : elle laisse passer les ions mais pas les macromolécules. On sait aussi que notre macromolécule est neutre.

On sait donc que la macromolécule ne va pas avoir d'influence sur le déplacement des ions (car elle n'est pas chargée). Ils vont pouvoir s'équilibrer librement et se retrouver en quantité égale dans chaque compartiment.

Que ce soit dans la situation avec de l'eau pure (situation 1) ou dans la situation avec une solution de 0,01 M de NaCl, les ions des solutions vont se répartir équitablement entre les 2 compartiments.

Au final, la seule molécule osmotiquement active est la macromolécule neutre.

Cette macromolécule étant présente en quantité égale dans les 2 situations, la pression osmotique entre les 2 situations est inchangée (elle est égale à la pression osmotique exercée par la macromolécule neutre).

Je vous ai représenté les 2 situations sous forme de tableau au cas où ça vous aide à mieux visualiser.

Situation 1 :

Avancement	Compartiment 1	Compartiment 2
Etat initial	Eau pure	X mmol macromolécule neutre 0,1 M de NaCl → 0,1 M Na ⁺ et 0,1 M de Cl ⁻
Etat final	0,05 M Na ⁺ 0,05 M Cl ⁻	X mmol macromolécule neutre 0,05 M Na ⁺ 0,05 M Cl ⁻

Situation 2 :

Avancement	Compartiment 1	Compartiment 2
Etat initial	0,01 M NaCl → 0,01 M Na ⁺ et 0,01 M Cl ⁻	X mmol macromolécule neutre 0,1 M de NaCl → 0,1 M Na ⁺ et 0,1 M de Cl ⁻
Etat final	0,055 M Na ⁺ 0,055 M Cl ⁻	X mmol macromolécule neutre 0,055 M Na ⁺ 0,055 M Cl ⁻

$$P_{osm} = RT \times \Delta C$$

Or ici, $\Delta C = \text{macromolécule} + \text{ions 2} - \text{ions 1}$

Comme ions 2 = ions 1, on a : $\Delta C = \text{macromolécule}$

ΔC est égale dans les deux situations donc P_{osm} l'est aussi.

C VRAI

Question 14 : B

Deux compartiments A et B de volumes fixes d'1 litre sont séparés par une membrane dialysante. On introduit en A, 5 mmoles de protéinate de sodium R⁵⁻, 5 Na⁺ ; et en B, 50 mmoles de NaCl. Si besoin, RT = 2500 SI et ln(1,5) = 0,4.

- A. À l'équilibre, 10 mEq de sodium et de chlore sont passés du côté A.
- B. La pression oncotique vaut 25 000 Pa.
- C. À l'équilibre, il n'y a pas de Cl⁻ du côté A car la protéine repousse les ions de même signe qu'elle.
- D. La différence de potentiel V_A – V_B à l'équilibre vaut +17,9 mV.
- E. Si on remplace au départ la membrane dialysante par une membrane strictement semi-perméable, il n'y a plus de pression osmotique.

A FAUX Tout d'abord, il fallait faire attention à la formulation de l'énoncé : l'expression « R⁵⁻, 5 Na⁺ » signifie que chacune des 5 mM de protéinate est liée à 5 ions Na⁺. Faisons un schéma de ce que nous connaissons :

A	B
P ⁵⁻ = 5 mM = 5 × 5 mEq/L = 25 mEq/L	
Na ⁺ = 25 mM = 25 mEq/L	Na ⁺ = 50 mmol/L = 50 mEq/L
Cl ⁻ = 0	Cl ⁻ = 50 mmol/L = 50 mEq/L

Pour déterminer la répartition à l'état d'équilibre, il faut trouver la quantité x d'ions qui vont aller du compartiment B au compartiment A (cela va dans ce sens-là car actuellement 50×50 est plus grand que 25×0 , donc il faut un compromis pour égaliser ces deux multiplications) :

$$\begin{aligned}
 [Na^+]_A \times [Cl^-]_A &= [Na^+]_B \times [Cl^-]_B \\
 (25 + x) \times (0 + x) &= (50 - x) \times (50 - x) \\
 25x + x^2 &= 2500 - 100x + x^2 \\
 125x &= 2500 \\
 x &= \frac{2500}{125} = \frac{100}{5} = 20
 \end{aligned}$$

Voici donc la situation finale :

A	B
$P^S = 5 \text{ mM} = 25 \text{ mEq/L}$	
$Na^+ = 25 + 20 = 45 \text{ mEq/L}$	$Na^+ = 50 - 20 = 30 \text{ mEq/L}$
$Cl^- = 0 + 20 = 20 \text{ mEq/L}$	$Cl^- = 50 - 20 = 30 \text{ mEq/L}$

Vous remarquerez bien que cette fois 45×20 est bien égal à 30×30 !
Il n'y a donc pas eu 10 mais 20 mEq de sodium et de chlore qui sont passés du côté A.

B VRAI Voici la valeur de la pression oncotique, en veillant à prendre les concentrations molaires (et non équivalentes) des ions et des protéines :

$$\begin{aligned}
 \pi_{\text{oncotique}} &= RT \times \Delta C \\
 \pi_{\text{oncotique}} &= 2500 \times ([5 + 45 + 20]_A - [30 + 30]_B) \\
 \pi_{\text{oncotique}} &= 2500 \times (70 - 60) \\
 \pi_{\text{oncotique}} &= 2500 \times 10 \\
 \pi_{\text{oncotique}} &= 25\,000 \text{ Pa}
 \end{aligned}$$

C FAUX La protéine attire effectivement des Na^+ de son côté. Néanmoins, pour respecter la règle de l'électroneutralité, ces déplacements de Na^+ sont systématiquement accompagnés de Cl^- : on dit que la protéine attire directement des ions de signes opposés vers elle, et indirectement des ions de même signe qu'elle.

D FAUX Appliquons la formule de Nernst (avec $F/RT = 40 \text{ SI}$), en choisissant un ion au hasard (prenons le Cl^- par exemple) :

$$\begin{aligned}
 V_A - V_B &= \frac{RT}{zF} \times \ln \left(\frac{[Cl^-]_B}{[Cl^-]_A} \right) = \frac{1}{z \times 40} \times \ln \left(\frac{30}{20} \right) = \frac{-1}{40} \times \ln(1,5) \approx \frac{-1}{40} \times 0,4 \\
 V_A - V_B &\approx -0,01 \text{ V} \approx -10 \text{ mV}
 \end{aligned}$$

L'item était donc faux sans faire le calcul car le signe de la ddp était faux. On pouvait le remarquer avec l'astuce qui dit que la protéine en A impose son signe : puisqu'elle est négative, alors la différence $V_A - V_B$ était aussi inférieure à zéro.

E FAUX La pression osmotique concerne uniquement les solutés non diffusibles. En mettant une membrane semi-perméable, on rend la diffusion de tous les ions et des protéines impossible : la π_{osm} ne serait alors pas nulle.