



Tutorat Lyon Est

Année Universitaire 2022 – 2023

Unité d'Enseignement 6

SESSION 2 2022-2023

Correction détaillée

**Joséphine MAES
Eva JOANNON
Alexandra PIOT
Alix PEIGNON
Thomas ARNOULD**

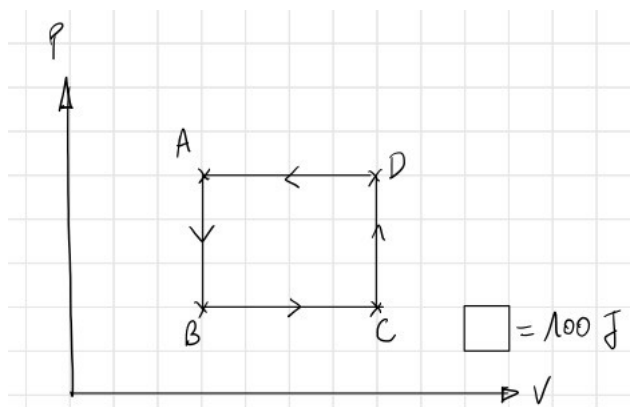
Correction rapide

<u>Questions</u>	<u>Réponses</u>
1	AE
2	C
3	D
4	A
5	BDE
6	BCE
7	AD
8	ACE
9	ABC
10	ABE
11	B
12	BCE
13	AE
14	DE

Question 1 – AE

On fait subir, à une mole de gaz parfait, la transformation cyclique suivante ABCDA représentée dans le diagramme de Clapeyron (P, V) ci-dessous.

On indique que 1 carreau correspond à 100 J.



On notera respectivement T_A, T_B, T_C et T_D la température du gaz en A, B, C et D. On note C_p et C_v respectivement la capacité thermique du gaz à pression constante et la capacité thermique du gaz à volume constant.

Cochez la (ou les) réponse(s) exacte(s) :

- A. La transformation AB est isochore.
- B. La transformation BC est isotherme.
- C. Le travail échangé par le gaz au cours de la transformation AB est égal à + 300 J.
- D. Le transfert thermique Q_{BC} échangé par le gaz au cours de la transformation BC est en Joule : $Q_{BC} = 800 + C_v (T_C - T_B)$.
- E. La variation d'énergie interne du gaz au cours de la transformation ABCDA est nulle.

A VRAI, les volumes sont constants donc la transformation est isochore.

B FAUX, ici la transformation est isobare car la pression est constante.

C FAUX, lors d'une transformation isochore, $W=0$.

D FAUX

E VRAI au cours d'un cycle, la variation totale d'énergie interne est égale à 0.

Question 2 – C

On comprime de façon isotherme et réversible une mole de gaz parfait initialement à la pression P_1 , au volume V_1 et à la température T_1 vers l'état final à la pression P_2 et au volume V_2 . On note R la constante des gaz parfaits.

Quelle est la variation d'entropie ΔS_{12} durant cette transformation ?

- A. $\Delta S_{12} = R T_1 \ln (P_2 / P_1)$
- B. $\Delta S_{12} = R \ln (P_2 / P_1)$
- C. $\Delta S_{12} = R \ln (V_2 / V_1)$
- D. $\Delta S_{12} = R \ln (V_1 / V_2)$
- E. $\Delta S_{12} = 0$

$$\Delta S_{12} = C_v \ln (T_2/T_1) + nR \ln (V_2 / V_1), \text{ avec } n=1$$

Nous sommes dans un contexte isotherme donc $T_2/T_1 = 1$ et $\ln(1) = 0$

Alors, $\Delta S_{12} = R \ln (V_2 / V_1)$

A FAUX

B FAUX, pour ici $\Delta S_{12} = C_v \ln (T_2/T_1) - nR \ln (P_2 / P_1)$ avec $\ln(1)=0$. Cela aurait donné $\Delta S_{12} = - R \ln (P_2 / P_1)$, attention au moins.

C VRAI

D FAUX

E FAUX

Question 3 – D

Dans une enceinte adiabatique indéformable, on mélange une masse d'eau liquide $m_1 = 1 \text{ kg}$ à la température initiale $T_1 = 300 \text{ K}$ avec une masse d'eau solide $m_2 = 100 \text{ g}$ initialement à la température $T_i = 250 \text{ K}$. Après un temps suffisamment long la totalité de la glace a fondu et la température de la totalité de l'eau liquide est $T_f = 290 \text{ K}$.

On notera T_0 la température de changement d'état solide/liquide, telle que $T_0 = 273 \text{ K}$.

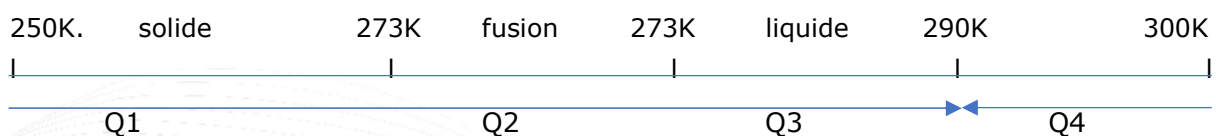
On donne $C_{pm s} = 2 \text{ kJ.K}^{-1}.\text{kg}^{-1}$ la capacité thermique massique à pression constante de l'eau solide et $C_{pm l} = 4 \text{ kJ.K}^{-1}.\text{kg}^{-1}$ la capacité thermique massique à pression constante de l'eau liquide.

On suppose que la transformation s'effectue à pression constante.

On négligera la capacité thermique de l'enceinte.

Quelle est approximativement la valeur de l'enthalpie massique de changement d'état solide/liquide h_{sl} de l'eau ?

- A. $h_{sl} = 400 \text{ kJ.kg}^{-1}$
- B. $h_{sl} = 360 \text{ kJ.kg}^{-1}$
- C. $h_{sl} = 320 \text{ kJ.kg}^{-1}$
- D. $h_{sl} = 280 \text{ kJ.kg}^{-1}$
- E. $h_{sl} = 240 \text{ kJ.kg}^{-1}$



Il n'y a pas de perte d'énergie : $|Q_1+Q_2+Q_3| = |Q_4|$.

$$Q_4 = m_1 \times C_{pml} \times dT = 1 \times 4 \times 10 = 40 \text{ kJ}$$

$$Q_1 = m_2 \times C_{pms} \times dT = 0,1 \times 2 \times 23 = 4,6 \text{ kJ}$$

$$Q_3 = m_2 \times C_{pml} \times dT = 0,1 \times 4 \times 17 = 6,8 \text{ kJ}$$

$$Q_2 = m_2 \times h(s)$$

$$\text{Rappel: } Q_2 = Q_4 - Q_1 - Q_3$$

$$\text{Soit } Q_2 = 40 - 4,6 - 6,8$$

$$Q_2 = 28,6 \text{ kJ}$$

$$\text{Alors, } h(s) = Q_2/m_2 = 28,6/0,1 = 286 \text{ kJ.kg}^{-1}.$$

A FAUX

B FAUX

C FAUX

D VRAI

E FAUX

Question 4 : A

Le deuxième postulat de Bohr donne l'énergie E_n d'un atome dans l'état stationnaire n :

$$E_n = \frac{Z^2 e^i m^j h^k}{8 \varepsilon_0^l} \times \frac{1}{n^2}$$

Où Z est le numéro atomique de l'atome, e est la charge électrique élémentaire, m est la masse de l'électron, h est la constante de Planck, n est un nombre entier sans dimension et ε est la permittivité du vide, de dimension $M^{-1}L^{-3}T^4I^2$

Parmi les propositions suivantes, laquelle est correcte ?

- A. $i=4 ; j=1 ; k=-2 ; l=2$
- B. $i=2 ; j=1 ; k=2 ; l=-2$
- C. $i=2 ; j=2 ; k=-2 ; l=1$
- D. $i=4 ; j=-1 ; k=1 ; l=2$
- E. $i=-1 ; j=2 ; k=1 ; l=2$

On commence par trouver les dimensions de chaque grandeur :

$$[E_n] \rightarrow ML^2T^{-2}$$

$$[Z] \rightarrow \emptyset$$

$$[e] \rightarrow TI$$

$$[m] \rightarrow M$$

$$[h] \rightarrow ML^2T^{-1}$$

$$[\varepsilon] \rightarrow M^{-1}L^{-3}T^4I^2$$

$$[n] \rightarrow \emptyset$$

On obtient donc :

$$[ML^2T^{-2}] = \frac{[TI]^i [M]^j [ML^2T^{-1}]^k}{[M^{-1}L^{-3}T^4I^2]^l}$$

$$\Leftrightarrow [ML^2T^{-2}] = [TI]^i [M]^j [ML^2T^{-1}]^k [M^{-1}L^{-3}T^4I^2]^{-l}$$

Il faut maintenant résoudre le tout en prenant chaque dimension une à une :

$$M^1 = M^{j+k+l} \Leftrightarrow 1 = j + k + l$$

$$L^2 = L^{2k+3l} \Leftrightarrow 2 = 2k + 3l$$

$$T^{-2} = T^{i-k-4l} \Leftrightarrow -2 = i - k - 4l$$

$$I^0 = I^{i-2l} \Leftrightarrow 0 = i - 2l \text{ donc } i = 2l$$

$$\text{Donc } -2 = i - k - 4l \Leftrightarrow -2 = 2l - k - 4l \Leftrightarrow -2 = -2l - k \text{ et } k = -2l + 2$$

$$2 = 2k + 3l \Leftrightarrow 2 = 2 \times (-2l + 2) + 3l \Leftrightarrow 2 = -l + 4 \Leftrightarrow l = 2$$

$$k = -2$$

$$i = 4$$

$$j = 1 - k - l = 1$$

A VRAI

B FAUX

C FAUX

D FAUX

E FAUX

Question 5 : BDE

Concernant les ondes électromagnétiques (OEM), quelle(s) est (sont) la (les) propositions exacte(s) ?

- A. Les rayons X et gamma ne sont pas des ondes électromagnétiques.
- B. Une OEM se propage selon une direction perpendiculaire aux champs électrique et magnétique qui la composent.
- C. La longueur d'onde d'une OEM est proportionnelle à sa fréquence.
- D. Les rayonnements ultraviolets ont une énergie inférieure à une centaine d'eV.
- E. Les rayonnements X ne sont pas produits par des phénomènes nucléaires.

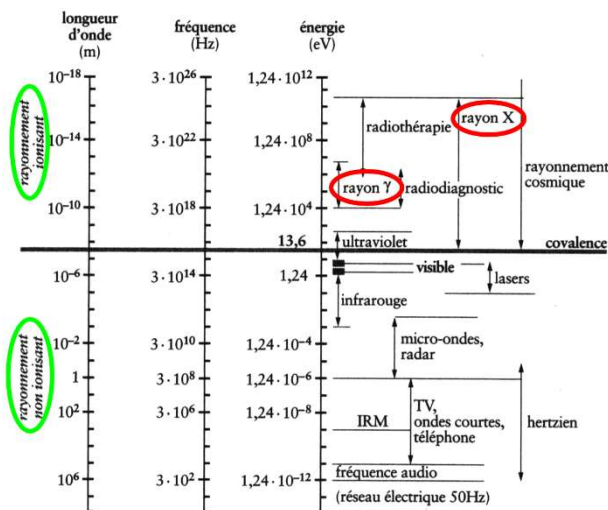
A FAUX Les rayonnements X et gamma font même partie des rayonnements électromagnétiques les plus puissants.

B VRAI Phrase du cours : « L'onde en elle-même se propage selon une direction perpendiculaire aux champs électrique et magnétique »

C FAUX la longueur d'onde d'une OEM est inversement proportionnelle à sa fréquence :

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

D VRAI



E VRAI Ce sont les rayonnements gamma qui sont issus de phénomènes nucléaires, les rayonnements X sont issus réarrangement d'électrons au sein des orbitales atomiques ou du phénomène de freinage

Question 6 : BCE

Concernant les rayons X, quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) exacte(s) ?

- A. Les rayons X ont été découverts par Becquerel en 1896
- B. Un rayon X de longueur d'onde de 0,1 nm a une énergie de 12,4 keV
- C. Dans un tube à rayons X, l'énergie des rayons produits augmente avec la tension d'accélération
- D. Dans un tube à rayons X, le nombre de rayons produits diminue si l'intensité du courant augmente
- E. Dans un tube à rayons X, le rendement augmente avec le numéro atomique de la cible

A FAUX Les rayons X ont été découverts par Roentgen en 1895, Becquerel a découvert la radioactivité en 1896.

B VRAI $E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,62 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{0,1 \times 10^{-9}} = 12340 \text{ eV} = 12,4 \text{ keV}$

C VRAI

D FAUX

$$\phi = KiZU^2$$

E VRAI

$$r = \frac{\phi}{P} = \frac{KiZU^2}{iU} = KZU$$

Question 7 : AD

Concernant les rayonnements gamma, quelle(s) est (sont) la (les) propositions exacte(s) ?

- A. Les rayonnements gamma sont indirectement ionisants.
- B. Ils sont atténués de manière linéaire avec l'épaisseur de la matière traversée.
- C. La couche de demi-atténuation (CDA) d'un matériau est proportionnelle au coefficient d'atténuation linéaire.
- D. La couche de demi-atténuation (CDA) d'un matériau augmente avec l'énergie du rayonnement incident.
- E. Le plomb atténue moins que l'aluminium.

A VRAI Cela signifie que les ionisations sont essentiellement produites par les particules chargées secondaires (électrons) mises en mouvement au cours des interactions.

B FAUX Leur atténuation suit une loi exponentielle.

C FAUX La couche de demi-atténuation (CDA) d'un matériau est inversement proportionnelle au coefficient d'atténuation linéaire : $x_{1/2} = \frac{\ln(2)}{\mu}$

D VRAI À mesure que l'énergie des rayons gamma augmente, ils deviennent plus pénétrants, ce qui signifie qu'il faut une plus grande épaisseur de matériau pour réduire leur intensité de moitié. Cela se traduit par une augmentation de la CDA avec l'augmentation de l'énergie du rayonnement.

E FAUX Le plomb a un numéro atomique élevé ($Z = 82$), ce qui lui confère une plus grande densité et un coefficient d'atténuation linéaire plus élevé par rapport à l'aluminium ($Z = 13$). Cela signifie que, pour une même épaisseur, le plomb est bien plus efficace pour atténuer les rayonnements gamma que l'aluminium.

Al	Z = 13	$\mu = 34,6 \text{ cm}^{-1}$	$X_{1/2} = 200 \text{ }\mu\text{m}$
Pb	Z = 82	$\mu = 866,4 \text{ cm}^{-1}$	$X_{1/2} = 8 \text{ }\mu\text{m}$

Question 8 : ACE

Concernant les phénomènes d'atténuation d'un rayonnement gamma, quelle(s) est (sont) la (les) propositions exacte(s) ?

- A. Le phénomène de diffusion de type Thomson-Rayleigh est élastique.
- B. L'atténuation par effet Compton absorbe la totalité du rayonnement incident.
- C. L'effet photoélectrique s'observe surtout pour des photons de faible énergie et des matériaux lourds (Z élevé).
- D. Un rayonnement gamma peut être absorbé par phénomène de matérialisation si son énergie est inférieure à 1 MeV.
- E. Lors d'un examen de tomographie d'émission de positons (TEP), on injecte au patient un traceur émetteur de photons gamma.

A VRAI Cela signifie que l'énergie (et donc la longueur d'onde) des photons reste inchangée après la diffusion.

B FAUX Le photon incident ne perd pas toute son énergie mais est diffusé avec une énergie E' plus faible en changeant de direction.

C VRAI C'est du cours !

D FAUX Pour qu'un rayonnement gamma soit absorbé par phénomène de matérialisation (ou création de paires), son énergie doit être supérieure à 1,022 MeV.

E VRAI Lors d'un examen de tomographie par émission de positons (TEP), on injecte au patient un traceur radioactif qui émet des positrons. Ces positrons rencontrent des électrons dans le corps, entraînant une annihilation qui produit deux photons gamma de 511 keV chacun, émis en directions opposées. Les détecteurs de la TEP enregistrent ces photons gamma pour créer des images qui montrent la distribution du traceur radioactif dans le corps.

Question 9 : ABC

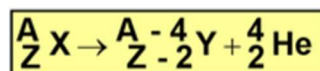
Parmi les propositions suivantes concernant les phénomènes de désintégration radioactive, quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) exacte(s) ?

- A. L'émission β^- est accompagnée de l'émission d'un anti-neutrino.
- B. L'émission β^+ correspond à la transformation nucléaire d'un proton en neutron.
- C. L'émission α correspond à l'émission d'un noyau d'hélium.
- D. Dans une transformation isomérique, le nombre de masse A change.
- E. Lors d'une désintégration, il ne peut pas y avoir plusieurs émissions β^- simultanées.

A VRAI C'est du cours ! Dans cette transformation isobarique, par interaction faible, un neutron se transforme en proton avec émission d'une particule β^- et d'un antineutrino électronique.

B VRAI Dans le cas de l'émission β^+ , l'excès nucléaire de protons est à l'origine d'une instabilité. En conséquence, un proton se transforme en un neutron avec émission d'une particule β^+ et d'un neutrino électronique.

C VRAI C'est exactement ça ! Les schémas de transformation sont à connaître par cœur.



D FAUX Par définition, lors des transformations isomériques, le numéro atomique (Z) et le nombre de masse (A) ne changent pas : seul l'état énergétique du noyau change.

E FAUX

Question 10 : ABE

Soit une source radioactive qui émet des rayons gamma de faible énergie. On considère que 75% de ce flux est atténué par un écran de plomb de 10 mm d'épaisseur. Parmi les propositions suivantes, quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) exacte(s) ?

- A. L'un des moyens de protection le plus efficace est de s'éloigner de la source.
- B. Si la distance entre la source et l'individu double alors le débit de dose reçu est divisé par 4.
- C. Un écran en plomb de 2 cm d'épaisseur ne laissera passer que 1/100ème du flux de photons.

- D. Un autre matériau de 2 cm d'épaisseur dont la couche de demi-atténuation est égale à 2 cm atténuera plus ce flux de photons qu'un écran en plomb de même épaisseur.
- E. Les photons émis par cette source sont essentiellement atténués dans la matière par effet photo-électrique.

A VRAI La distance à la source : la dose diminue comme la distance au carré. C'est l'outil le plus efficace pour diminuer la dose

B VRAI . On augmente par deux la distance et $2^2 = 4$ (cf A)

On sait que 75% du flux est arrêté par 10mm de plomb. Or, une CDA diminue de 50 % le flux, et une deuxième CDA va diminuer encore par 2 le flux déjà diminué de 50%. Donc après deux CDA, seul 25% du flux persiste, et donc $100 - 25 = 75\%$ a été atténué. Donc 10 mm correspondent à 2 CDA.

C FAUX 2cm correspond à 20mm or $10\text{mm} \times 2 = 20\text{mm}$. Sachant que $10\text{mm} = 2$ CDA, 20mm correspond à 4. $2 / 10 = 4$ CDA (tableau de proportion). Ensuite 4 CDA divise le flux de $\frac{\lambda}{2^4} = \frac{\lambda}{16}$. on divise le flux par 16, et non pas par 100.

D FAUX Ici, la couche d'atténuation est moins efficace car plus épaisse. Cela veut dire qu'il faut plus de matériau pour arrêter un même flux, donc il sera moins efficace que le plomb.

E VRAI L'effet photoélectrique domine aux basses énergies des rayons gamma.

Question 11 : B

A chaque battement cardiaque, 70 mL de sang sont éjectés du ventricule gauche d'un patient. Le sang est éjecté dans l'aorte de section $3,5 \text{ cm}^2$, à la vitesse moyenne de 20 cm.s^{-1} . Quelle est la fréquence cardiaque (bpm) de ce patient ?

- A. 50 bpm
- B. 60 bpm
- C. 70 bpm
- D. 80 bpm
- E. 90 bpm

On a $V = 70\text{mL}$ soit $V = 7 \cdot 10^{-2} \cdot 10^{-3} = 7 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$. La surface est de $S = 3,5\text{cm}^2$ donc $S = 3,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$. Enfin, la vitesse moy est de $v_{\text{moy}} = 20\text{cm/s}$ soit $v_{\text{moy}} = 2 \cdot 10^{-1} \text{ m/s}$. Nous voulons mettre en minute. 1seconde correspond à $1/60$ de minute donc $v_{\text{moy}} = 2 \cdot 10^{-1} \text{ m} / \frac{1}{60}$ minute donc $v_{\text{moy}} = 2 \cdot 10^{-1} \cdot 60 = 120 \cdot 10^{-1} \rightarrow v_{\text{moy}} = 12 \text{ m} / \text{min}$. Pour que l'équation soit homogène et donne des battements par minutes, nous devront faire la formule ;

$$N \text{ bpm} = \frac{S \cdot v_{\text{moy}}}{V}$$

$$\text{Donc } N \text{ bpm} = \frac{S \cdot v_{\text{moy}}}{V} = \frac{3,5 \cdot 10^{-4} \cdot 12}{7 \cdot 10^{-5}} = \mathbf{60 \text{ bpm}}$$

A FAUX

B VRAI

C FAUX

D FAUX

E FAUX

Question 12 : BCE

A propos du sang, cochez la (ou les) réponse(s) exacte(s) :

- A. C'est un fluide newtonien.
- B. Sa viscosité varie avec le taux d'hématocrite.
- C. Sa viscosité chute dans les vaisseaux de moins de 1 mm de diamètre.
- D. Il ne subit pas de perte de charge dans les vaisseaux.
- E. Son écoulement au sein du capillaire est fait pour favoriser les échanges entre le secteur vasculaire et le liquide interstitiel.

A FAUX. L'eau en est un en revanche.

B VRAI. Plus le taux d'hématocrite augmente, plus la viscosité augmente.

C VRAI « Si le diamètre du tube est inférieur à 1 mm, alors la viscosité sanguine chute. Elle est environ divisée par deux. Le sang se comporte donc comme un fluide non-Newtonien. »

D FAUX, les parois exercent des frottements ce qui ralentit le flux.

E VRAI, la vitesse de circulation du sang qui est plus lente dans les capillaire favorise les échanges entre le secteur vasculaire et le liquide interstitiel.

Question 13 : AE

Quelle(s) est (sont) la(les) proposition(s) juste(s) concernant le phénomène de Starling ?

- A. Il dépend en partie de la concentration en albumine du sang.
- B. Il survient au niveau des lymphatiques.
- C. L'osmose impliquée dans le phénomène de Starling explique le passage de l'eau et des solutés du secteur vasculaire vers le secteur interstitiel.
- D. La vitesse du sang dans les artérioles en est le déterminant principal.
- E. Il permet le renouvellement du liquide interstitiel.

A VRAI Le phénomène de Starling dépend notamment de la pression oncotique. L'albumine est une protéine.

B FAUX Le phénomène de Starling se produit au niveau des capillaires.

C FAUX C'est l'inverse : l'osmose explique le passage de l'eau et des solutés du secteur interstitiel vers le secteur vasculaire.

D FAUX Le déterminant principal est la pression hydrostatique.

E VRAI

Question 14 : DE

Deux compartiments A et B, d'un volume de 2 L chacun, sont séparés par une membrane dialysante. En A, on dissout un total de 10 mmoles d'un protéinate de sodium, la protéine étant porteuse de 12 charges négatives. En B, on dissout un total de 40 mmoles de chlorure de sodium. On considère que l'ajout des molécules ne modifie pas le volume des compartiments.

A l'équilibre, cochez la (les) proposition(s) juste(s) :

- A. La différence de potentiel au niveau de la membrane, $V_B - V_A$, est négatif.
- B. Au temps initial, il y a 120 mEq de Na^+ dans le compartiment A.
- C. La différence de pression entre compartiments est de 180000 Pa.
- D. Il y a 4 mEq de Cl^- dans le compartiment A.
- E. La protéine attire de son côté les ions de signe opposé.

A l'état initial on a :

A 2L	B 2L
5 mM P^{12-}	20 mM Cl^-
60 mM Na^+	20 mM Na^+

En A on a :

$$60 \times 0 = 0$$

En B on a :

$$20 \times 20 = 400$$

L'équilibre de Nernst n'est pas respecté, les ions iront du compartiment B vers le compartiment A.

A l'état final on a :

A 2L	B 2L
5 mM P^{12-}	
$60 + x$ mM Na^+	$20 - x$ mM Na^+
x mM Cl^-	$20 - x$ mM Cl^-

On a pour arriver à l'équilibre :

$$60x + x^2 = 400 - 40x + x^2$$

$$100x = 400$$

$$x = 4 \text{ mM}$$

A l'état final on a :

A 2L	B 2L
5 mM P^{12-}	
64 mM Na^+	16 mM Na^+
4 mM Cl^-	16 mM Cl^-

A FAUX La protéine donne sa charge à son compartiment, le compartiment A a donc un potentiel négatif et le compartiment B a un potentiel positif. $V_B - V_A$ est positif.

B FAUX La concentration en sodium dans le compartiment A à l'état initial est des 60 mM, soit 60 mEq.

C FAUX $\pi = \Delta C \cdot RT = (73 - 32) \cdot 2500 = 102\,500 \text{ Pa}$

D VRAI A l'état final, on a 4 mM de Cl^- en A, soit 4 mEq de Cl^- en A.

E VRAI