

PREMIERE ANNEE DU PCEM1  
Faculté de Médecine Grange Blanche  
Année Universitaire 2005-2006

EXAMEN PARTIEL DE BIOPHYSIQUE

Ce fascicule n'est pas à remettre. Il peut servir de brouillon.

Seule la feuille de réponse est remise à la fin de l'épreuve. -

Durée de l'examen : 60 minutes  
Nombre de questions : 30

Pour tous les QCMs il faut cocher la ou les propositions justes. Attention il peut y avoir zéro proposition juste.

Usage du formulaire, des constantes et des données :  
C'est vous qui devez penser à rechercher dans cette page une information dont vous avez besoin. Dans la liste il peut y en avoir qui ne servent pas.

Attention certains QCMs peuvent ne pas être en SI quand une autre unité (comme la calorie) est toujours utilisée en biologie ou en médecine.

## Formulaire

**Les formules et constantes suivantes pourraient être utilisées avec ces approximations**

$$PV^{\gamma} = Cte \quad E = E_0 + \frac{RT}{zF} \ln \frac{[ox]}{[red]} \quad \omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$Q = m c \Delta T \quad Q_f = mL_f \quad \gamma = r \cdot \omega^2 l = m \cdot r^2 \quad L = l \cdot \omega \quad x(t) = -1/2ftMt^2 \quad e^{\epsilon} \approx 1 + \epsilon$$

$$\frac{\Delta n}{\Delta t} = -PS\Delta C \quad J_D = -BRT \frac{dC_i}{dx} = -D \frac{dC_i}{dx} \quad D = \frac{kT}{f}$$

$$f_{sphère} = 6\pi\eta r v \quad \frac{\partial C_i}{\partial t} = D \frac{\partial^2 C_i}{\partial x^2} \quad K_c = \frac{R \cdot T_{cong}^2}{L_f} = 1,86^{\circ}C \cdot kg \cdot osmole^{-1}$$

$$R = \rho \cdot \frac{L}{S} \quad \phi = \frac{1}{S} \frac{dQ}{dt} = -\lambda \frac{dT}{dx}$$

$$P + \rho g z + \frac{\rho v^2}{2} = Cte \quad Q = \frac{\pi (P_A - P_B)}{8\eta L} a^4 \quad R_e = \rho \frac{v d}{\eta} \quad R_e = 2500$$

c	cst Planck	Cst Boltzman	cst gaz parfaits	Faraday	calorie (cal)	charge de e <sup>-</sup>
3.10 <sup>8</sup> ms <sup>-1</sup>	6,6.10 <sup>-34</sup> J.s	1,38.10 <sup>-23</sup> J.K <sup>-1</sup>	8,3 J.K <sup>-1</sup> .mole <sup>-1</sup>	10 <sup>5</sup> C	4,2 J	-1,6.10 <sup>-19</sup> C

Air %	N <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	autres	pression	Pa	Atm.	bar	Mm Hg	Torr	Vol molaire
0°C	78	21	1	Atm. normale	10 <sup>5</sup>	1	1	760	760	22,4 L

Masse molaire (g)	H	He	C	O	Na	Cl	K	Ar	Ca	Masse Molécul	urée	CuSO <sub>4</sub>	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub>
A = 6.10 <sup>23</sup> mol <sup>-1</sup>	1	4	12	16	23	35,5	39	40	40		60	160	180

ρ <sub>eau</sub>	ρ <sub>glace</sub>	chaleur massique (chal. Spécif) glace	capacité calorifique eau	cap. cal. mol. fusion pour glace	viscosité de l'eau (η)
10 <sup>3</sup> kg.m <sup>-3</sup>	9.10 <sup>2</sup> kg.m <sup>-3</sup>	0,5 cal K <sup>-1</sup> .g <sup>-1</sup>	1 cal g <sup>-1</sup>	1440 cal.K <sup>-1</sup> .mol <sup>-1</sup>	10 <sup>-3</sup> Pa.s

Conductivité Equival.limite	HCl	NaCl	KCl	NaOH	Pot. Normal Electrode	Osmolarité Normale	Plasmatique
à 25°C	42,6 10 <sup>-3</sup>	12,6 10 <sup>-3</sup>	15 10 <sup>-3</sup>	24,8 10 <sup>-3</sup>	Cu/Cu <sup>++</sup> = + 0,34V	300 mOsm.L <sup>-1</sup>	

### Q 1 Dimensions

La dimension

A de l'énergie est  $M.L.T^{-2}$

B de l'accélération est  $L.T^{-2}$

C du débit d'énergie est  $M.L.T^{-3}$

D du flux d'énergie est  $M.T^{-3}$

E de la puissance est la même que celle du débit d'énergie

Réponse

BDE

Une accélération est une vitesse sur un temps (B juste), une énergie est une force multipliée par une longueur (travail) :  $M.L^2.T^{-2}$  (A faux), le débit d'énergie est une énergie par unité de temps (C faux), débit d'énergie qui est la définition de la puissance (E vrai) et le flux d'énergie est le débit d'énergie par unité de surface (D vrai).

### Q 2 Energie cinétique et incertitude

On mesure la vitesse  $v$  d'un objet de masse  $m = 50 \pm 2,5$  g. Le résultat est connu à 5 % près et vaut  $v = 20$  m/s.

L'énergie cinétique de cet objet est égale à

A  $10 \pm 1$  J

B  $10 \pm 1,5$  J

C  $10 \pm 2$  J

D  $10 \pm 2,5$  J

E  $15 \pm 2$  J

Réponse

B

$$E_C = \frac{1}{2}mv^2 = 0,05 \times 400 / 2 = 0,05 \times 200 = 10 \text{ J.}$$

Pour l'incertitude, puisqu'il s'agit d'un produit, on a :

$$\Delta E_C / E_C = \Delta m / m + 2 \Delta v / v.$$

$$\text{Soit } \Delta E_C = 10 \times (2,5 / 50 + 2 \times 0,05) = 10 \times (0,05 + 0,1) = 1,5 \text{ J.}$$

### Q 3 Enthalpie libre

Soit l'enthalpie libre  $G$  à température constante

A une réaction est spontanée lorsque  $G$  diminue

B cela revient à la fois à minimiser la variation d'enthalpie et maximiser la variation d'entropie

C une réaction peut être spontanée avec une augmentation d'enthalpie

D la vitesse de la réaction est d'autant plus grande que  $-\Delta G$  est grand

E à l'équilibre,  $\Delta G = 0$

Réponse  
ACE

La fonction G permet effectivement de prévoir le sens d'évolution spontanée d'un système (spontané si  $\Delta G < 0$ ), mais ne renseigne en rien sur l'aspect cinétique de la transformation ! (exemple de besoin de catalyseurs etc. cf. enzymes...)  
 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$  pour une transformation isotherme. La réaction peut donc être spontanée si l'augmentation d'entropie est plus grande que l'augmentation d'enthalpie, ce qui est très rare en biologie (ex. de la dissolution d'un cristal...)  
Enfin, à l'équilibre, on aura effectivement  $\Delta G = 0$ .

#### Q 4 Expérience de Bertholet

Lors d'une reproduction de l'expérience de Bertholet, deux récipients clos contiennent l'un de l'hydrogène et l'autre du gaz carbonique dans les mêmes conditions de volume ( $V = 1$  L) et de pression ( $P = 1$  atm). Après avoir mis en communication les deux récipients et après équilibre ( $t$  grand)

- A la pression est inchangée
- B chaque récipient contient 50 % d'hydrogène et 50 % de gaz carbonique
- C la pression partielle de chaque gaz est de 0,5 atm
- D si on retirait tout l'hydrogène, la pression partielle du gaz carbonique serait inchangée par rapport à la pression partielle à l'équilibre
- E si on retirait tout l'hydrogène, la pression partielle du gaz carbonique serait divisée par 2 par rapport à la pression partielle à l'équilibre

Réponse  
ABCD

L'expérience de Bertholet a permis la mise en évidence des pressions partielles. Bien sûr la pression totale reste inchangée (mêmes pressions initiales) : A vrai. A l'équilibre, les gaz se répartissent dans les deux récipients (B vrai). Par définition (cours), la pression partielle de chaque gaz est celle qu'il exercerait s'il occupait seul tout le volume (C et D vrais et donc E faux).

#### Questions groupées (Q 5 à Q 7) *Radiothérapie métabolique*

L'iode 131, de par sa demi-vie ( $T_{1/2}$ ) relativement longue de 8 jours, est un agent propice au traitement de certains cancers thyroïdiens. Au-delà d'une rétention corporelle de 750 MBq, la radioprotection impose l'hospitalisation. Lors d'un traitement, on injecte 6 GBq (à  $t = 0$ ). On prendra  $\ln(2) = 0,7$ . On rappelle enfin que l'activité est le nombre de désintégrations (soit la variation en valeur absolue) du nombre de noyaux radioactifs par unité de temps.

### Q 5 Activité

A le Bq est l'unité de l'activité

B la dimension de l'activité est T

C l'activité peut s'écrire  $A = A_0 \cdot e^{-\ln 2 \cdot t / T_{1/2}}$

D la vie moyenne  $\tau$  vaut un peu plus d'un jour

E à chaque instant, le nombre d'isotopes radioactifs peut être donné par  $\frac{6 \cdot 10^9}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}}$

Réponse

AC

Le becquerel (Bq) est bien l'unité de l'activité, qui correspond à un nombre de désintégrations par seconde (donc de dimension  $T^{-1}$ ).

Celle-ci peut s'écrire  $A = A_0 \cdot e^{-t/\tau}$  ou encore  $A = A_0 \cdot e^{-\ln 2 \cdot t / T_{1/2}}$  puisque la vie moyenne  $\tau = T_{1/2} / \ln 2$ . On trouve donc  $\tau = 8 / 0,7$ , soit un peu plus de 11 jours.

Enfin, le nombre d'isotopes radioactifs s'écrit  $N = N_0 \cdot e^{-t/\tau}$  or  $A = -dN/dt$ , on identifie donc  $N_0$  à  $A_0 \times \tau$ , soit ici  $6 \cdot 10^9 \times \tau$ .

### Q 6 Décroissance radioactive

On suppose que le patient n'élimine pas l'iode

A l'hospitalisation durera entre 15 et 20 jours

B l'hospitalisation durera entre 30 et 35 jours

C au bout de 64 jours, l'activité sera de l'ordre de 24 MBq

D au bout de 64 jours, l'activité sera de l'ordre de 12 MBq

E il faudra attendre environ 72 jours pour que l'activité soit inférieure à 3 MBq

Réponse

C

Tant que l'activité est supérieure à 750 MBq, le patient ne peut pas quitter l'hôpital.

Cette valeur correspond à un rapport  $A_0 / A = 8$ . Or on peut écrire également  $A = A_0 \cdot 2^{-n_T}$  où  $n_T$  est le nombre de périodes qui se sont écoulées ( $= t / T_{1/2}$ ), soit  $8 = 2^{n_T}$ .

On trouve ainsi  $n_T = 3$ , soit  $t = 24$  jours.

Au bout de 64 jours, soit 8 périodes, on a  $A = A_0 / 2^8 = A_0 / 2^{10} \times 2^2 \# A_0 / 1000 \times 4 = 24$  MBq.

Enfin, pour 3 MBq, on a  $A_0 / A = 2000 \# 2^{11}$ . Le temps correspondant est donc d'environ  $11 \times 8 = 88$  jours.

### Q 7 Période effective

En réalité, le malade élimine l'iode. La période biologique vaut  $T_{bio} = 24$  jours. La période effective  $T_{eff}$  est donnée par  $1/T_{eff} = 1/T_{1/2} + 1/T_{bio}$ .

La durée de l'hospitalisation en jours sera comprise entre

A 5 et 10    B 10 et 15    C 15 et 20    D 20 et 25    E 25 et 30

Réponse  
C

La nouvelle période (effective) est donnée par  $1/T_{eff} = 1/8 + 1/24 = 4/24$ , soit  $T_{eff} = 6$  jours. On avait trouvé 3 périodes, soit  $3 \times 6 = 18$  jours.

#### Q 8 Grandeurs scalaires

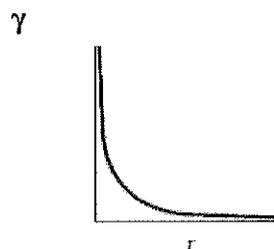
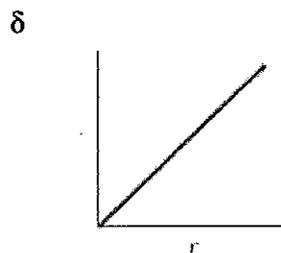
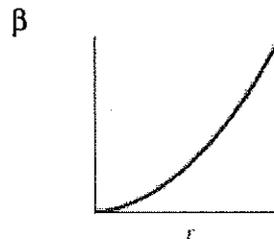
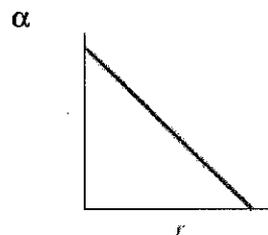
Les grandeurs suivantes sont des grandeurs scalaires :

- A le potentiel électrique
- B le champ électrique
- C l'énergie potentielle électrique
- D le moment dipolaire
- E la force électrique

Réponse  
AC

Les grandeurs scalaires sont le potentiel électrique et l'énergie potentielle électrique, on peut donc les additionner numériquement directement (par exemple si plusieurs charges sont en présence, on peut additionner les potentiels électriques induits par chaque charge pour obtenir la résultante), contrairement aux trois autres grandeurs qui sont des grandeurs vectorielles.

#### Q 9 Coulomb en graphique



Soit une charge fixe  $q_1$ . A partir des représentations fonction de la distance  $r$  ci-dessus :

- A le potentiel électrique induit par  $q_1$  peut être représenté par  $\alpha$
- B le potentiel électrique induit par  $q_1$  peut être représenté par  $\beta$
- C la norme du champ électrique induit par  $q_1$  peut être représentée par  $\gamma$
- D en plaçant une charge  $q_2$  en  $r$ , la norme de la force subie par  $q_2$  peut également être représentée par  $\gamma$
- E si  $q_2$  est de même signe que  $q_1$ ,  $\delta$  pourrait représenter l'inverse de l'énergie potentielle électrique

Réponse  
CDE

Le potentiel est une fonction en  $1/r$ , seule la représentation  $\gamma$  pourrait correspondre, graphe qui pourrait également correspondre au champ et à la force électrique qui sont en  $1/r^2$ .

Enfin, l'énergie potentielle est en  $1/r$ , son inverse est donc proportionnelle à  $r$ .  $\delta$  correspond à ce paramètre si  $q_2$  est de même signe que  $q_1$ .

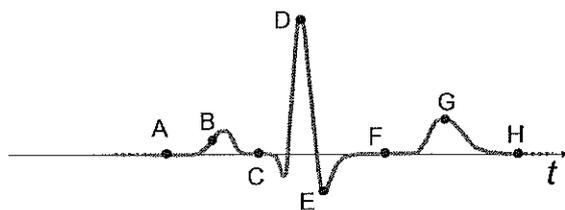
#### Q 10 Oscillateur harmonique

- A l'énergie cinétique moyenne est égale à l'énergie potentielle moyenne
- B l'énergie cinétique instantanée s'annule quand l'énergie potentielle est maximale
- C les équations cinématiques sont identiques à celles de la projection sur un axe d'un mouvement circulaire uniforme
- D il faut tenir compte des frottements dans l'établissement de l'équation du mouvement
- E un corps présentant un mouvement apériodique n'est pas un oscillateur

Réponse  
ABC

C'est du cours. Pour E : faux car le mouvement apériodique est le nom que l'on donne à un mvt périodique d'un oscillateur amorti de gamma élevé et qui ne présente plus d'oscillation

#### Questions groupées (Q 11 et Q 12) : **ECG (ElectroCardioGraphie)**



Soit un tracé physiologique d'ECG en dérivation DII ci-dessus.

### Q 11 Dérivations

- A la dérivation DII est une dérivation bipolaire
- B la dérivation DII est une dérivation qui explore le cœur dans un plan transverse
- C lors d'un trouble de repolarisation ventriculaire, les points B et D sont vraisemblablement plus proches l'un de l'autre
- D le point B est contemporain de la dépolarisation auriculaire
- E le point G est contemporain de la repolarisation auriculaire

Réponse  
AD

A, D vrai et B, C faux (cours). Lors d'un trouble de repolarisation qui apparaît classiquement lors d'une ischémie myocardique, il y a typiquement sous-décalage du segment ST : le point F se situerait vraisemblablement sous la ligne isoélectrique. Cependant les points B et D ne sont jamais contemporains de la repolarisation ventriculaire (C faux).

### Q 12 Vecteur cardiaque

- A au niveau des points A, C, F et H, le vecteur cardiaque est perpendiculaire à la dérivation DII
- B pour ces mêmes points, le vecteur cardiaque est parallèle à DI
- C au niveau du point D, le vecteur cardiaque serait parallèle à la dérivation DII
- D sur la représentation de la dérivation  $V_R$ , le point D serait situé en dessous de la ligne isoélectrique
- E au niveau du point E, le vecteur cardiaque est opposé à DII

Réponse  
ACDE

La ligne isoélectrique correspond à une projection nulle du vecteur cardiaque sur des vecteurs perpendiculaires à DII (A vrai). Mais puisque DI n'est pas perpendiculaire à DII, ces vecteurs ne sont pas // à DI (B faux). La projection est maximale lorsque le vecteur est // à DII (C vrai) ; minimale également (soit de signe contraire : E vrai).  $V_R$  est une dérivation quasiment opposée à DII (voir schéma du cours) et donc la projection du vecteur cardiaque sur  $V_R$  est de signe opposé à celle sur DII (D vrai).

### Q 13 Compression d'un gaz

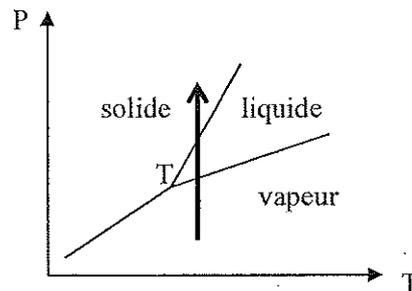
- A au point triple de l'eau, les 3 phases solide, liquide et gaz sont en équilibre simultané
- B on compresse de la vapeur d'eau à une température constante tout juste supérieure à la température du point triple de l'eau. On peut dans ces conditions et à haute pression obtenir de la glace
- C on effectue la même manipulation (compression à une température supérieure à celle du point triple de la molécule étudiée) avec du  $\text{CO}_2$ . On peut, dans ces conditions, à de fortes pressions, solidifier le  $\text{CO}_2$ .
- D si on effectue la compression en dessous de la température du point triple, on peut solidifier de la vapeur d'eau et du  $\text{CO}_2$
- E au delà des valeurs de température et de pression du point critique, la transition liquide - vapeur n'a plus de sens.

Réponse

ACDE

A & E vrais (cours)

Comme le montre le diagramme de phase ci-dessous, un corps pur tel que le  $\text{CO}_2$  peut devenir solide à fortes pressions (C vrai).



Pour l'eau cependant, comme la pente de la courbe de fusion est inversée, on ne pourra jamais obtenir de la glace (B faux)

Enfin D vrai (cf schéma, même si la pente de la courbe de fusion est de signe opposé).

### Q 14 Chute d'une bille

Une bille d'acier ( $\rho = 8 \text{ kg/L}$ ) est lâchée sans vitesse initiale dans un tube vertical infini contenant de l'huile ( $\rho = 900 \text{ g/L}$ ).

- A en raison de son poids, le mouvement de la bille est constamment accéléré
- B après un certain temps, le mouvement de la bille devient uniforme
- C le mouvement de la bille, d'abord uniformément accéléré, devient ensuite uniformément décéléré à cause des effets conjugués de la poussée d'Archimède et de la force de frottement visqueux de Stokes
- D l'accélération de la bille est maximale à  $t = 0$  puis nulle à  $t$  grand
- E à partir d'un certain temps, la bille finira par s'arrêter

**Q 16 Mécanique : loi de Newton**

Deux pierres sont lancées verticalement du même point au même instant, l'une vers le haut et l'autre vers le bas, à la même vitesse  $8 \text{ m.s}^{-1}$ . Quelle sera approximativement la distance, en m, entre les 2 projectiles 5 secondes après leur départ, aucune pierre n'ayant touché le sol ? (on néglige la résistance de l'air)

- A 10                      B 20                      C 40                      D 60                      E 80

Réponse  
E

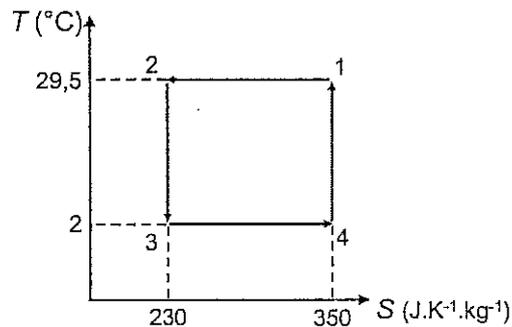
origine du repère : position du lancer ; axe vertical vers le haut.

bille lancée vers le haut :  $z_1 = -\frac{1}{2}.gt^2 + v_0t$

bille lancée vers le bas :  $z_2 = -\frac{1}{2}.gt^2 - v_0t$

$z_1 - z_2 = 2v_0t = 2 \times 8 \times 5 = 80 \text{ m.}$

Questions groupées (Q 21 à Q 22)  
**Réfrigérateur & Cycle de Carnot**



La figure ci-dessus représente le cycle théorique de Carnot inverse d'une machine frigorifique pour un kg de fluide caloporteur.

**Q 21 Transformations**

Le cycle de la figure présente des transformations adiabatiques et isothermes.

- A une détente isotherme est caractérisée par l'absence d'échange de chaleur avec l'extérieur
- B une compression adiabatique est une transformation à volume constant
- C une compression adiabatique est caractérisée par une variation d'énergie interne du système
- D pendant une transformation isotherme, le produit  $PV^\gamma$  est constant
- E la transformation 3→4 est une compression isotherme

Réponse  
 C

A, B et D faux, C juste (voir cours)  
 E est faux, il s'agit d'une détente isotherme. On peut s'en rappeler avec le cycle de Carnot, mais également par une simple réflexion : puisque la réaction est isotherme,  $dU = \delta W + \delta Q = 0$ , soit  $\delta Q = -\delta W$ . Or  $\Delta S > 0$  pour cette transformation, donc  $Q > 0$  ce qui donne  $W < 0$ . Enfin, puisque  $\delta W = -PdV < 0$ , on a bien  $dV > 0$ ...

**Q 22 Cycle de Carnot**

- A ce cycle est représenté ici dans un diagramme de Clapeyron
- B pour un cycle complet, la variation d'entropie n'est pas nulle
- C la chaleur totale échangée par kg de fluide calorifique au cours d'un cycle complet vaut  $Q_{TOT} = -3300$  J
- D le coefficient de performance COP de ce cycle vaut 10
- E avec d'autres cycles, même théoriques, on ne pourra jamais avoir un COP supérieur à celui du cycle de Carnot

Réponse  
CDE

Le cycle est représenté dans un diagramme entropique  $TS$ . Pour un cycle complet de Carnot, qui ne comprend que des transformations réversibles, la variation d'entropie est nulle (voir cours-TD), ce qui est visible sur le schéma.

La chaleur totale échangée est représentée par la surface du rectangle de la figure :  $Q = \oint TdS = 302,5 \times (230 - 350) + 275 \times (350 - 230) = -27,5 \times 120$

$= -27,5 \times (100 + 20) = -2750 - 550 = -3300 \text{ J}$ . La chaleur évacuée, puisque s'ajoutant au travail total, est toujours supérieure à l'énergie reçue : le signe sera ainsi toujours négatif !

$\text{COP} = T_{\text{froid}} / \Delta T = 275 / 27,5 = 10$ .

Enfin, Le cycle de Carnot est idéal (référéncé), il ne peut y avoir de COP (ou de rendement) supérieur avec un autre cycle.

#### Q 24 Transformation à volume constant

40 g de xénon que l'on peut considérer comme gaz parfait sont maintenus dans une enceinte rigide ( $V$  constant = 7,5 L). La pression et la température initiales respectives sont 1 atm et 300 K.

On apporte une quantité de chaleur à ce gaz  $Q = 120 \text{ J}$ . Les capacités calorifiques massiques de ce gaz sont  $c_p = 0,16$  et  $c_v = 0,1 \text{ J.g}^{-1}.\text{K}^{-1}$ .

A Cette transformation est une transformation isobare

B Cette transformation suit la loi de Charles

C L'élévation de température du xénon est  $\Delta T = 30 \text{ }^\circ\text{C}$

D La pression finale du xénon est de 1,3 atm

E La variation d'enthalpie du xénon est de 195 J

Réponse

BCE ou BC : à volume constant, la transformation est isochore, et suit bien la loi de Charles. Puisque  $V = \text{cste}$ ,  $W = 0$ , et donc  $\Delta U = Q$ . Or  $\Delta U = m.c_v.\Delta T$ , soit  $\Delta T = Q / (m.c_v) = 120 / (40 \times 0,1) = 30 \text{ }^\circ\text{C}$  ou 30 K. Ainsi  $T_f = 330 \text{ K}$ .

Avec la loi de Charles :  $P/T = \text{cte} = 1 / 300$ , soit  $P_f = 330 / 300 = 1,1 \text{ atm}$ .

Enfin,  $dH = \delta Q + VdP$  (voir cours et EAO), à  $V$  cst on a donc

$\Delta H = 120 + 7,5 \cdot 10^{-3} \times 0,1 \cdot 10^5 = 120 + 75 = 195 \text{ J}$ .  $H$  ne dépendant que de  $T$  pour un gaz parfait, on peut également utiliser :  $\Delta H = m.c_p.\Delta T = 192 \text{ J}$ .

Les approximations (sur les  $\Delta P$  et  $\Delta T$ , et  $c_v$  qui vaut en réalité  $0,097 \text{ J.g}^{-1}.\text{K}^{-1}$ ) induisent cette différence, on accepte donc également E faux. Ceci montre bien la répercussion des approximations.

**Q 28 Etat stationnaire & équilibre dynamique**

- A un système est en état stationnaire quand aucune molécule ne rentre ni ne sort
- B un système stationnaire est un système fermé
- C un système en équilibre dynamique est par définition instable
- D une réaction chimique dans un système fermé est un bon exemple d'équilibre dynamique
- E en biologie le régime transitoire, comme son nom l'indique, est toujours une phase d'approche d'un régime d'équilibre

Réponse

Aucune bonne réponse

A est faux c'est la définition d'un système fermé (statique). Un système en état stationnaire voit autant de molécules rentrer que sortir. B est faux, c'est possible pour un système ouvert. C c'est faux : les équilibres biologiques sont dynamiques mais ils sont stables en dehors de la maladie. On dit d'un équilibre qu'il est labile ou instable lorsqu'il a tendance à s'en éloigner (ex dynamique du solide, orientation d'un dipôle dans un champ..). D est faux parce que ce n'est le cas que si les réactifs deviennent des produits et réciproquement et à la même vitesse. Ce processus se poursuit indéfiniment. E c'est faux : comme rappelé dans le cours « méthodes » le cœur fonctionne physiologiquement (de façon permanente) en régime transitoire

#### Q 29 Transfert de chaleur

On refroidit 10 kg d'air à pression constante, de 100 °C à 20 °C, en négligeant les pertes dans l'échangeur (chaleur massique de l'air  $c = 1,013 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$ ). La chaleur retirée à l'air  $Q$  et la variation d'enthalpie de l'air  $\Delta H$  valent

- A  $Q = 8,1.10^5 \text{ J}$  et  $\Delta H = -8,1.10^5 \text{ J}$   
B  $Q = -8,1.10^5 \text{ J}$  et  $\Delta H = 8,1.10^5 \text{ J}$   
C  $Q = -8,1.10^5 \text{ J}$  et  $\Delta H = -8,1.10^5 \text{ J}$   
D  $Q = -4,05.10^5 \text{ J}$  et  $\Delta H = -4,05.10^5 \text{ J}$   
E  $Q = -4,05.10^5 \text{ J}$  et  $\Delta H = 4,05.10^5 \text{ J}$

Réponse

C :  $Q = mc\Delta T = 10 \times 1013 \times (-80) = -8,1.10^5 \text{ J}$ .  
 $dH = \delta Q + VdP$ . Comme  $P = \text{cste}$ ,  $\Delta H = Q$ .

#### Q 30 Voyage sur piste en tôle ondulée

On considère, du fait de sa suspension, l'ensemble d'un véhicule comme un oscillateur mécanique unique vertical, faiblement amorti, de masse  $m$  posée sur un ressort de raideur  $k$ . Sur une route comportant une succession régulière de bosses distantes de  $L$ , il entre en résonance pour une vitesse  $v$ . Expression de  $v$  ?

- A  $2\pi \sqrt{(m/k)} / L$                       B  $L \sqrt{(m/k)} / (2\pi)$                       C  $L \sqrt{(k/m)} / (2\pi)$   
D  $L / \sqrt{(km)}$                               E  $Lm / k$

Réponse

C : Le système est faiblement amorti, la période de la résonance est donc proche de la période propre  $T_0 = 2\pi \sqrt{(m/k)}$ .

$f_0 = 1/T_0 = 1/(2\pi) \times \sqrt{(k/m)}$ . Excitateur (la route) : fréquence  $f = v / L$

à la résonance  $f \approx f_0$  soit :  $v / L = 1/(2\pi) \times \sqrt{(k/m)}$ .

$v = L \sqrt{(k/m)} / (2\pi)$ .