

1^{ère}PREMIERE ANNEE DU PCEM
Faculté de Médecine Grange Blanche
Année Universitaire 2006-2007

EXAMEN PARTIEL DE BIOPHYSIQUE

Ce fascicule contient 13 pages, pages de gardes et formulaire compris.
Il 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.

Les formules et constantes suivantes pourraient être utilisées avec ces approximations

$$E = E_0 + \frac{RT}{zF} \ln \frac{[ox]}{[red]}$$

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

$$\frac{\Delta n}{\Delta t} = -PS \Delta C \quad J_D = -BRT \frac{dC_i}{dx} = -D \frac{dC_i}{dx} \quad D = \frac{kT}{f} \quad f_{\text{sphère}} = 6\pi\eta r \quad f_{\text{cylindre}} = 8\pi\eta l$$

$$E_r = \frac{p \cos(\theta)}{2\pi\epsilon_0 r^3} \quad K_c = \frac{RT_{\text{cong}}^2}{L_f} = 1,86^\circ\text{C} \cdot \text{kg} \cdot \text{osmole}^{-1} \quad \frac{\partial C_i}{\partial t} = D \frac{\partial^2 C_i}{\partial x^2}$$

$$E_\theta = \frac{p \sin(\theta)}{4\pi\epsilon_0 r^3}$$

$$R = \rho \cdot \frac{L}{S} \quad P + \rho g z + \frac{\rho v^2}{2} = \text{Cte} \quad Q = \frac{\pi (P_A - P_B)}{8\eta L} a^4 \quad \phi = \frac{1}{S} \frac{dQ}{dt} = -\lambda \frac{dT}{dx}$$

Loi d'Ohm $V=RI$ Résistances en série : $R=(Ra+Rb)$ et en parallèle $1/R=(1/Ra+1/Rb)$

Ln	3	5	Log	2	2,2	3,2
	1,1	1,6		0,3	0,34	0,5

c	cst Planck	Cst Boltzman	cst gaz parfaits	Faraday	calorie (cal)	charge de e ⁻
$3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$	$6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$	$1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$	$8,3 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mole}^{-1}$	10^5 C	$4,2 \text{ J}$	$-1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

Air %	N₂	O₂	autres	pression	Pa	Atm.	bar	Mm Hg	Torr	Vol molaire
0°C	78	21	1	Atm. normale	10^5	1	1	760	760	22,4 L

Masse molaire (g)	H	He	C	O	Na	Cl	K	Ar	Ca		urée	CuSO₄	C₆H₁₂O₆
$N_A = 6 \cdot 10^{23}$	1	4	12	16	23	35,5	39	40	40		60	160	180

ρ_{eau}	ρ_{glace}	chaleur massique (chaleur spécifique) glace	capacité calorifique eau	capacité calorifique molaire fusion glace	viscosité de l'eau (η)
$10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$	$9 \cdot 10^2 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$	$0,5 \text{ cal} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$	$1 \text{ cal} \cdot \text{g}^{-1}$	$1440 \text{ cal} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$	$10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$

Conductivité Equival. limite	HCl	NaCl	KCl	NaOH	Pot. Normal Electrode	Osmolarité Normale	Plasmatique
à 25°C	$42,6 \cdot 10^{-3}$	$12,6 \cdot 10^{-3}$	$15 \cdot 10^{-3}$	$24,8 \cdot 10^{-3}$	$\text{Cu}/\text{Cu}^{++} = +0,34\text{V}$	$300 \text{ mOsmole} \cdot \text{L}^{-1}$	

1. (*) **Grandeurs scalaires. Les grandeurs suivantes sont des grandeurs scalaires :**

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

R1 (GB2006, scramble)

B,D

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.

2. (*) **Dans les unités du système international ces grandeurs s'expriment en :**

- A le travail en Joule
- B la pression en atmosphère
- C la puissance en watt
- D le volume en mètres cube
- E le temps en secondes

R2 (GB2005 revu)

A,C,D,E

Attention à ne pas confondre travail et puissance. Dans le SI la pression est en pascal Pa.

3. (*) **Conversions**

- A $10^{-5} \text{ hL} = 1 \text{ cm}^3$
- B $2,37 \text{ Gm} = 23,7 * 10^{14} \text{ nm}$
- C $3,2 * 10^{-2} \text{ mol/L} = 320 \text{ mol/m}^3$
- D $420 \text{ MJ} = 4,2 * 10^{11} \text{ mW}$
- E $372 \text{ kHz} = 37,2 * 10^{10} \text{ } \mu\text{s}^{-1}$

R3

A ou A,E

- A 'vrai' savoir que $1\text{L} = 1\text{dm}^3$ donc $10^{-5} \text{ hL} = 10^{-5} * 10^2 \text{ L} = 10^{-3} \text{ dm}^3 = 10^{-3} * 10^3 \text{ cm}^3 = 1 \text{ cm}^3$
- B 'faux' $G = 10^9$ et $n = 10^9$ donc $2,37 \text{ Gm} = 2,37 * 10^9 * 10^9 \text{ nm} = 23,7 * 10^{17} \text{ nm}$
- C 'faux' $3,2 * 10^{-2} \text{ mol/L} = 3,2 * 10^{-2} \text{ mol}/10^{-3} \text{ m}^3 = 3,2 * 10^{-2} * 10^3 \text{ mol/m}^3 = 32 \text{ mol/m}^3$
- D 'faux' de toute façon, on n'a jamais des Joules = des Watts
- E 'faux' $T = 10^{-3}/372 \text{ s} = 10^3/372 \mu\text{s} = 372.10^3 \mu\text{s}^{-1}$ ou 'vrai' accepté neutralisation de l'item

4. (*) Potentiel et champ électrique

- A pour calculer le moment dipolaire on fait le produit des charges du dipôle par la distance qui les sépare
- B le potentiel électrique dérive du champ électrique
- C le potentiel en un point d'un champ se définit comme l'énergie potentielle d'une charge unité placée en ce point
- D la charge totale se conserve pour tout processus se produisant au sein d'un système isolé
- E la loi de Coulomb décrit la force d'interaction appelée force électrique

R4
C,D,E

- A 'faux' le produit de la valeur absolue de la charge du dipôle par la distance qui les sépare
- B 'faux' c'est le contraire
- C 'vrai' définition du potentiel électrique, voir cours
- D 'vrai' voir cours
- E 'vrai' voir cours

5. (*) Enthalpie

- A la spontanéité d'une réaction est favorisée si on minimise à la fois H et S
- B la fonction enthalpie libre est $G = H + TS$
- C si on ne minimise pas à la fois H et $-S$, la réaction ne sera pas spontanée
- D à l'équilibre, $\Delta G > 0$
- E la spontanéité de l'évolution d'un système se traduit par $\Delta G < 0$

R5 (GB2004 modifiée & scramble)

E

Il est possible d'obtenir une réaction spontanée même si on ne minimise pas à la fois H et $-S$. Par exemple, la diminution d'enthalpie peut compenser la diminution d'entropie. Pour le reste, voir cours.

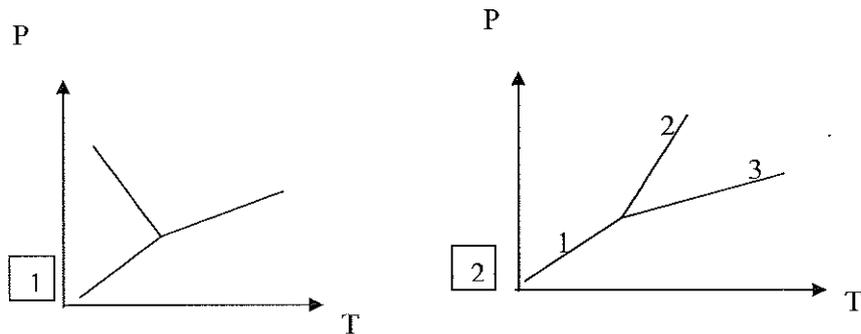
6. (*) Un réservoir de gaz souterrain est à une profondeur de 430 m. Le gaz est injecté sous la pression de 5 MPa. La température est de 27°C et le volume du site vaut 10^7 m^3 . Le gaz est assimilé à un gaz parfait. Ordre de grandeur du volume (m^3) du gaz (à 10^5 Pa et 0°C) injectable dans ce réservoir ?

- A $5 \cdot 10^4$ B $5 \cdot 10^5$ C $5 \cdot 10^6$ D $5 \cdot 10^7$ E $5 \cdot 10^8$

R6
E

Loi des gaz parfaits $P_1 V_1 / T_1 = P_0 V_0 / T_0$; $V_0 = P_1 V_1 T_0 / (T_1 P_0)$;
 $V_0 = 10^7 \times 5 \times 10^6 \times 300 / (10^5 \times 273) \approx 5 \cdot 10^8$

7. (*) Changements de phase : diagrammes du CO_2 et de l'eau

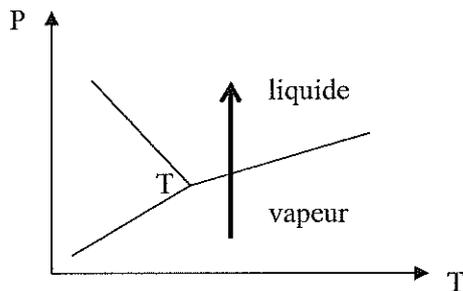


- A le diagramme 1 est celui du CO_2 et le 2 celui de l'eau
 B sur le diagramme 1 le segment 3 correspond à la courbe de sublimation
 C on comprime de la vapeur d'eau à une température tout juste supérieure à la température du point triple de l'eau. On peut dans ces conditions et à haute pression obtenir de la glace
 D on effectue la même manipulation (compression à une température supérieure à celle du point triple de la molécule étudiée) avec du CO_2 . Cette fois-ci on peut, à de fortes pressions solidifier le CO_2
 E si on effectue la compression en dessous de la température du point triple, on peut solidifier l'eau comme pour le CO_2

R7 (GB2006 modifié) Diagramme de l'eau et du CO_2

D,E

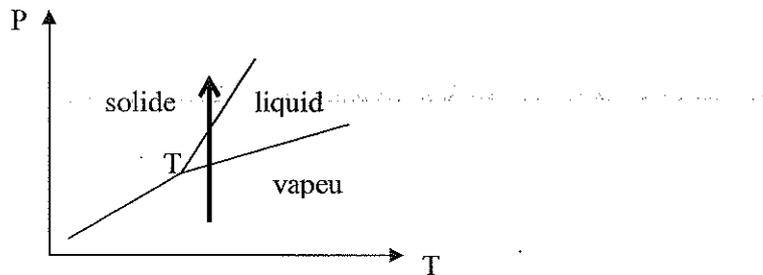
- A 'Faux' cours, le diagramme de l'eau est très particulier la pente de fusion est négative
 B 'Faux' le segment 3 correspond au changement vapeur/liquide c'est la courbe de vaporisation. C'est le segment 1 qui est la courbe de sublimation
 C 'Faux'



L'eau passe sous forme liquide mais n'atteint pas le stade solide.

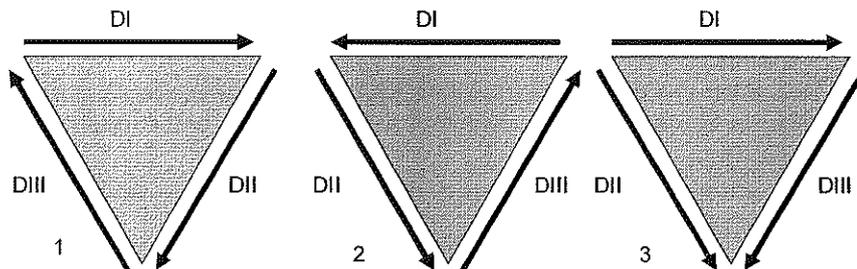
D 'Vrai'

E 'Vrai'

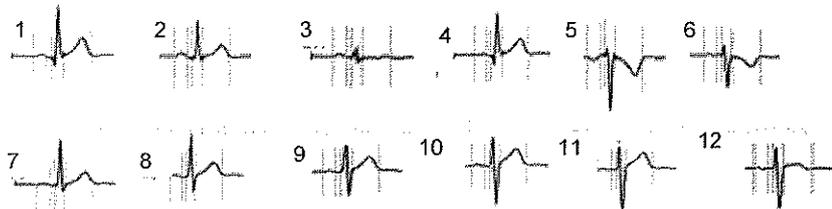


8. (*) & 9. (**) ECG le triangle d'Einthoven et les dériviations

Toutes les dériviations proviennent de l'enregistrement d'un même cœur et numérotée de 1 à 12 (dans le désordre)



Le triangle d'Einthoven et les dériviations ECG



8. (*) Triangle d'Einthoven

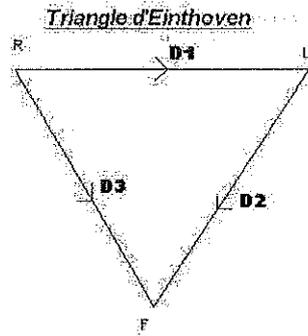
A le schéma N°1 est correct

B sur le schéma N°2 DI et DIII sont permutées, le reste est correct

C sur le schéma N°3 c'est juste le sens des vecteurs DII et DIII qui est faux

- D la borne de Wilson permet d'enregistrer les dérivation unipolaires
- E les dérivation bipolaires, obtenues par soustraction de 2 dérivation unipolaires sont d'amplitude plus faible que chacune d'elle

R8
D



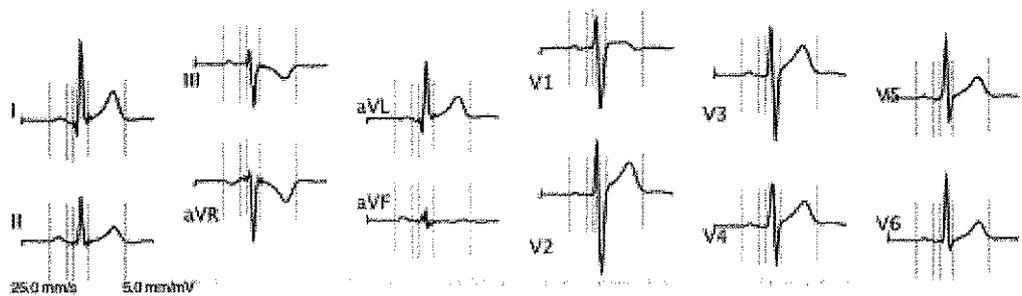
- A 'faux'
- B 'faux'
- C 'faux'
- D 'vrai' elle est faite pour cela, sinon il faut leur trouver une référence externe
- E 'faux' les dérivation bipolaires sont obtenues par soustraction des dérivation unipolaires, mais l'addition vectorielle fait qu'elles ont une amplitude plus grande d'un facteur rac3. Pour permettre une lecture plus facile de l'ECG on a choisi d'amplifier les dérivation unipolaires d'où leur sigle aVL, aVR et aVF (a pour 'augmented')

9. (**) les enregistrements ECG – soit 3 l'enregistrement dans la dérivation aVF

- A On peut retrouver la valeur de toutes ces dérivation à partir du signal de deux d'entre elles
- B l'axe cardiaque est dans ce cas proche de 90°
- C si la 1 est DI et la 2 DII alors la 6 est DIII car $DIII = DII - DI$
- D la 5 pourrait être aVR et la 6 aVL
- E chez ce même sujet la 7 correspond à une électrode précordiale placée sur le bord latéral droit du sternum

R9

A, B, C

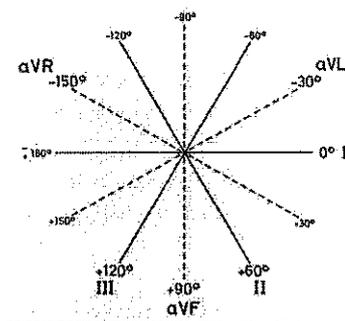


L'original de l'enregistrement utilisé pour faire ce QCM ci-dessus

A 'vrai' cours

B 'faux' même si on a besoin de deux dérivation pour le calcul de l'axe cardiaque.

On peut le trouver à peu près en cherchant la dérivation dans laquelle le complexe qRs est isodiphasique (symétrique). On peut dire alors que l'axe cardiaque est perpendiculaire à cette dérivation (approché). Ici $D1 = 0^\circ$



Calcul de l'axe cardiaque
$$\gamma = \pm \arctan\left(\frac{aVF}{I}\right)$$

C 'vrai' on rappelle que l'origine est l'horizontale par rapport au sujet debout (DI)

D 'faux' c'est le contraire : déflexion négative aVR et positive d'aVL (ici)

E 'faux' on a inversé l'ordre habituel, la déflexion très positive au moment de la dépolarisation ventriculaire en 7 est typique du ventricule gauche qui est le muscle le plus épais (par rapport au VD)

Rappels

D1 : mesure bipolaire entre bras droit et bras gauche.

D2 : mesure bipolaire entre bras droit et jambe gauche.

D3 : mesure bipolaire entre bras gauche et jambe gauche.

aVR : mesure unipolaire sur le bras droit.

aVL : mesure unipolaire sur le bras gauche.

aVF : mesure unipolaire sur la jambe gauche.

I, II, et III décrivent le triangle d'Einthoven, et on peut calculer la valeurs de toutes ces dérivations à partir du signal de deux d'entre elles. Par exemple, si on connaît les valeurs de (I) et (II) : Enoncé de la Theorie d'Einthoven : le cœur se trouve au centre d'un triangle équilatéral formé par les membres supérieurs et la racine de la cuisse gauche.

$$III = II - I$$

$$aVF = II - I / 2$$

$$aVR = -I / 2 - II / 2$$

$$aVL = I - II / 2$$

10 ()** calculer respectivement l'enthalpie et l'énergie interne d'une mole d'un gaz parfait monoatomique de masse molaire $M = 45\text{g}$ dont la vitesse quadratique moyenne est $u^* = 600\text{ m.s}^{-1}$.

- A 13650J ; 7250 J
- B 13500J ; 8100J
- C 14500J ; 9100J
- D 9100J ; 14500J
- E 14250J ; 8160J

R10

B

L'enthalpie d'un gaz parfait monoatomique est $H=5/2*nRT$ et son énergie interne $U=3/2*nRT$, ici $n=1$. Il ne reste plus qu'à évaluer le terme RT , or la vitesse quadratique moyenne est $u^*=(3RT/M)^{1/2}$ d'où $RT=M(u^*)^2/3 = 45 \cdot 10^{-3} \cdot 36 \cdot 10^4/3=5400$; d'où $H=5400 \cdot 5/2=13500\text{J}$ et $U=8100\text{J}$

11. (*) lors d'une électrophorèse

- A les molécules chargées positivement migreront vers la borne $-$ (moins)
- B plus la molécule est grande, plus elle migrera loin
- C la vitesse de migration dépend de la conformation de la protéine
- D une protéine donnée migrera toujours à la même hauteur quelques soient les conditions dans laquelle s'effectue l'électrophorèse
- E lors de l'électrophorèse du plasma sanguin, l'albumine est la protéine qui migrera le plus loin

R11

A,C,E

12. (*) & 13. () & 14. (**)** Loi de refroidissement de Newton

'La vitesse de refroidissement d'un corps inerte est proportionnelle à la différence de température (t) entre le corps et le milieu ambiant'

12. (*)

- A dans les échanges de chaleur par conduction le flux est proportionnel t^4 (loi de Stefan)
- B la dimension du coefficient de conduction thermique est $[M] \cdot [T]^{-3} \cdot [L] \cdot [Θ]^{-1}$
- C chez l'homme, la transpiration est un élément important de l'évacuation de la chaleur produite par le métabolisme en raison de la très faible capacité calorifique de l'eau
- D la convection naturelle correspond à une agitation écologique du milieu (ex : brassage du milieu avec les mains) que l'on différencie de la convection forcée (ex : ventilateur d'un moteur de voiture)
- E La variation de la température dans un mur homogène séparant des volumes à T_1 différent de T_2 est linéaire

R12

B, E

- A 'faux' (loi de Stefan concerne le rayonnement)
- B 'vrai' l'unité de k est donnée par la dimension du flux de chaleur $[ϕ] = W.m^{-2}$
 $[λ] = W.m^{-1}.°K^{-1} = J.s^{-1}.m^{-1}.°K^{-1} = L.M.T^{-3}.Θ^{-1}$
- C 'faux' c'est vrai pour la transpiration mais faux pour la raison la capacité calorifique de l'eau est de $4,19 kJ.Kg^{-1}$ ce qui est très élevé
- D 'faux' c'était juste pour détendre l'atmosphère. La convection naturelle est une agitation spontanée dans la matière du fait d'une différence de densité $f(T)$
- E 'vrai' en effet $dT/dx = \text{constante}$

13. (**) La température ambiante est de $25°C$ – Un corps passe de $100°C$ à $70°C$ en 15 minutes.

- A cette loi de refroidissement de Newton est modélisée par une équation différentielle du 1^{er} degré
- B je vais traiter cela comme une clairance de l'urée sanguine
- C soit $f(t)$ la température, je peux écrire que: $f(t) = 25 e^{-at}$
- D la « vie moyenne » représenterait ici le temps au bout duquel le corps a refroidi de la moitié de sa température en $°K$
- E pour les calculs je dois nécessairement convertir les températures en $°K$

R13

A, B

- A 'vrai' voir l'analyse ci-dessous
- B 'vrai' eh oui...
- C 'faux' voir la démonstration ci-dessous
- D 'faux' à $T/e = T \cdot 0,37$ de la valeur initiale de référence
- E 'faux' on peut le faire mais cela complique inutilement ici

14. (**) Au bout de combien de temps (minutes) sera-t-il à $40°C$?

- A 1 et 20 B 20 et 30 C 30 et 40 D 40 et 60 E > 60

R14
D

Notons $f(t)$ la température $\gg f'(t) = a(25 - f(t)) \gg f(t) = C e^{-at} + 25$
 $f(0) = 100^\circ\text{C} \gg C = 75 \gg f(t) = 75 \cdot e^{-at} + 25$
 $f(15) = 70^\circ\text{C} \gg 75 \cdot e^{-15a} + 25 = 70 \gg e^{-15a} = 3/5$
 $-15a = \ln(3/5) = \ln(3) - \ln(5) \gg a = (\ln(5) - \ln(3))/15 \approx 0.034$
 $f(t) = 40^\circ\text{C} \gg 75e^{-at} + 25 = 40$ avec $e^{-at} = 1/5$
 $t = \ln(5)/a = 15 \cdot [\ln(5)/(\ln(5) - \ln(3))] = 47$ minutes (réponse D)

15. (**) Pour chauffer m grammes d'eau à -20°C jusqu'à 60°C on consomme 1500 cal. Dans quel intervalle se situe la masse (en grammes) ?

- A 1 et 20 B 20 et 30 C 30 et 40 D 40 et 60 E > 60

R15
A

La glace va d'abord se chauffer de -20°C à 0°C (Q_1), puis elle va fondre (Q_2), et elle va finalement se chauffer de 0°C à 60°C (Q_3). Dans notre formulaire on a bien la chaleur latente de fusion mais par mole et ici on a choisi de rester en grammes $L_f = 1440/18 = 80$.

$$Q_{\text{total}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 = m \cdot 0,5 \cdot (0 - (-20)) + m \cdot 80 + m \cdot 1 \cdot (60 - 0) = 1500$$

$$10m + 80m + 60m = 1500 \text{ d'où } m = 10\text{g}$$

16. (**) Produit scalaire et produit vectoriel : dans un repère orthonormé d'origine O. (Les vecteurs sont en gras)

A le produit vectoriel de 2 vecteurs u et v est un vecteur toujours perpendiculaire au plan formé par u et v

B Si $A : (1, 1, 1)$ et $B : (1, 2, 3)$ alors vecteur $\mathbf{AB} : (0, 1, 2)$

C Si $A : (2, 1, 2)$ et $B : (1, 3, 1)$ alors $\mathbf{OA} \wedge \mathbf{OB} = \begin{bmatrix} 5 \\ 0 \\ 5 \end{bmatrix}$

D Si $A : (0, 1, 1)$; $B : (1, 0, 1)$ et $C : (1, 1, 0)$ alors $\mathbf{AB} \cdot \mathbf{AC} = 1$

E Si $A : (0, 1, 1)$; $B : (1, 0, 1)$ et $C : (1, 1, 0)$ alors $\cos(\mathbf{AB}, \mathbf{AC}) = 1/3$

R16
A,B,D

A 'vrai' cours
B 'vrai' $\mathbf{AB} = \mathbf{OB} - \mathbf{OA}$

- C 'faux' $OA \wedge OB : (-5, 0, 5)$
 D 'vrai' $AB : (1, -1, 0)$; $AC : (1, 0, -1)$ et $AB \cdot AC = (1)(1) + (-1)(0) + (0)(-1) = 1$
 E 'faux' $|AB| = \sqrt{1^2 + (-1)^2 + (0)^2} = \sqrt{2}$; $|AC| = \sqrt{1^2 + (0)^2 + (-1)^2} = \sqrt{2}$;
 $\cos(AB, AC) = 1/(\sqrt{2} \cdot \sqrt{2}) = 1/2$

18. (**) Un sauteur de 70 kg portant sa perche (tube épais de masse environ 2kg) se prépare à franchir la barre. On néglige toute perte d'énergie par frottement. On suppose que son centre de gravité est à 1 m du sol et que le centre de gravité passe juste au-dessus de la barre. A quelle vitesse doit-il courir pour atteindre 6 m de hauteur ?

- A 36 km/h B 36 m/s C 20 m/s D 10 m/s E 40 km/h

R18

A,D

Il faut faire le bilan énergétique au départ (avant qu'il décolle, i.e. quand il atteint sa vitesse maximale) et à l'arrivée (quand il est en haut de la perche)

Au départ : $E_{p0} = 0$ $E_{c0} = \frac{1}{2} mv^2$

(avec comme référence : à 1m du sol, au niveau du centre de gravité de l'athlète)

A l'arrivée : $E_{pf} = mg\Delta h$ $E_{cf} = 0$

Avec Δh , élévation du centre de gravité au dessus de la barre, soit $\Delta h = 6-1 = 5$ m

Conservation de l'énergie :

$E_{p0} + E_{c0} = E_{pf} + E_{cf}$

Soit $\frac{1}{2} mv^2 = mg\Delta h$

La masse s'élimine et on trouve $v^2 = 2g\Delta h = 2 \times 10 \times 5 = 100,00 \text{ m}^2/\text{s}^2$

Soit $v = 10 \text{ m/s} = 36 \text{ km/h}$

19. (**) On dose un acide fort HA ($V_1 = 20$ mL), de concentration C_1 , par une solution d'hydroxyde de sodium $C_2 = 2,00 \cdot 10^{-2}$ mol.L⁻¹. On trouve un volume équivalent : $V_2 = 10$ mL. Les 20 mL d'HA ont été prélevés à l'aide d'une pipette jaugée et l'hydroxyde de sodium est dans une burette. L'incertitude sur la lecture pour cette burette : $\pm 0,1$ mL et l'incertitude relative sur la mesure sur la pipette : $1/200$

La concentration C_1 vaut

- A $0,01 \pm 0,002$ mol/L
- B $0,01 \pm 0,0002$ mol/L
- C $(4,00 \pm 0,02) \cdot 10^{-2}$ mol/L
- D $0,04 \pm 0,0001$ mol/L
- E $(1,00 \pm 0,02) \cdot 10^{-2}$ mol/L

R19

E

A l'équivalence, on a : $n(\text{HA})_0 = n(\text{HO}^-)_{\text{éq}} \Rightarrow C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2$

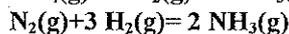
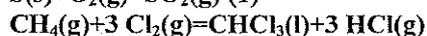
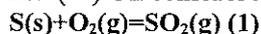
Soit $C_1 = C_2 \cdot V_2 / V_1 = 2,00 \cdot 10^{-2} \times 10 / 20 = 1,00 \cdot 10^{-2}$ mol.L⁻¹

L'incertitude est donné par : $\frac{\Delta C_1}{C_1} = \frac{\Delta C_2}{C_2} + \frac{\Delta V_2}{V_2} + \frac{\Delta V_1}{V_1} = \frac{0,01}{2} + \frac{0,1}{10} + \frac{1}{200} = 0,02$

Soit $\Delta C_1 = 0,02 \cdot 10^{-2}$ mol.L⁻¹

On trouve donc $C_1 = (1,00 \pm 0,02) \cdot 10^{-2}$ mol/L, qui peut aussi s'écrire : $C_1 = 0,0100 \pm 0,0002$ mol/L. Attention à garder toujours le même nombre de chiffre après la virgule pour la valeur et l'incertitude !

20. (**) On considère les équilibres suivants :



Les chaleurs de réactions à pression constante Q_p et à volume constant Q_v sont : (dans les 2 cas la T est constante)

- A égales pour les réactions (1) (2) et (3)
- B égales pour (1) et (2) seulement
- C égales pour (1) et (3) seulement
- D Q_p et Q_v ne sont jamais identiques
- E Aucune proposition n'est correcte

R20

E

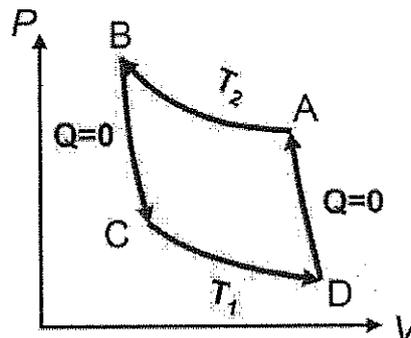
24. (*) Différence de potentiel rappel : $(RT/F \cdot \ln(x) = 60 \text{ mV} \cdot \log(x), \log(2,2)=0,34)$
 La différence de potentiel en mV de part et d'autre de la membrane dialysante est

- A -8,2 B 10,3 C -20,4 D 21,6 E -28,3

R24
 C

$$V_1 - V_2 = -RT/F \cdot \ln([Na^+]_1/[Na^+]_2) = RT/F \cdot \ln([Cl^-]_1/[Cl^-]_2) = RT/F \cdot \ln(2,5/5,5) = -RT/F \cdot \ln(2,2) \\ = -60 \cdot \log(2,2) = -60 \cdot 0,34 = -20,4 \text{ mV}$$

25. (**) Cycle de Carnot



Soit une mole de gaz parfait subissant le cycle de Carnot représenté ci-dessus.

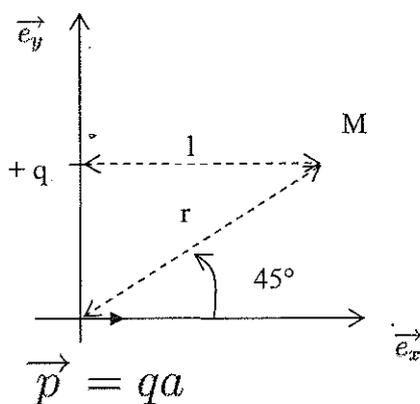
- A le cycle de Carnot est un cycle idéal ditherme avec 2 transformations isothermes réversibles et 2 transformations isobares réversibles.
- B le Cycle de Carnot représenté ci-dessus prélève de la chaleur Q_1 à la source froide et fournit de la chaleur Q_2 à la source chaude.
- C les coefficients de performance calculés à partir des cycles de Carnot d'un réfrigérateur et d'une pompe à chaleur sont identiques.
- D le rendement de Carnot d'un moteur dont le cycle fonctionne dans le sens inverse de celui représenté ci-dessus est $|W|/Q_1 = 1 - (T_2/T_1)$.
- E le travail W échangé avec l'extérieur est positif pour un moteur ($W > 0$), négatif pour un réfrigérateur.

R25 Cycle de Carnot
 B

A 'faux' (Réponse: 2 isothermes et 2 adiabatiques)

- B 'vrai'
 C 'faux' (Réponse: les T_1 et T_2 sont inversés)
 D 'faux' (Réponse: C'est $|W|/Q_2=1-(T_1/T_2)$)
 E 'faux' (Réponse: $W < 0$ pour le moteur qui fournit du travail à l'extérieur)

26 (***) Soit le champ $\vec{E}(M)$ créé par une charge q et un moment dipolaire \vec{p} au point M



- A la composante du champ \vec{E} créé en M sur \vec{e}_y s'écrit : $\frac{3p}{8\pi\epsilon_0 r^3}$
 B la composante du champ \vec{E} sur \vec{e}_x s'écrit : $\frac{p\sqrt{2}}{4\pi\epsilon_0 r^3} + \frac{q}{4\pi\epsilon_0 l^2}$
 C la norme du champ électrique est peut différente de $\frac{q}{4\pi\epsilon_0 l^2}$ si $a \ll r$.
 D les composantes du champ sur les axes \vec{e}_x et \vec{e}_y sont égales
 E la norme du champ \vec{E} pour cette distribution de charge est indépendante du point M.

R26

A, C

Le champ \vec{E} créé par la charge s'écrit $\frac{q}{4\pi\epsilon_0 l^2} \vec{e}_x$

Le champ \vec{E} créé par le dipôle s'écrit $\frac{p\cos(\theta)}{2\pi\epsilon_0 r^3} \vec{e}_r + \frac{psin(\theta)}{4\pi\epsilon_0 r^3} \vec{e}_\theta$

Comme $\theta = 45^\circ$, $sin(\theta) = cos(\theta) = \frac{\sqrt{2}}{2}$

Donc \vec{E} du dipôle s'écrit : $\frac{p\sqrt{2}}{4\pi\epsilon_0 r^3} \vec{e}_r + \frac{p\sqrt{2}}{8\pi\epsilon_0 r^3} \vec{e}_\theta$

Il faut maintenant projeter \vec{e}_r et \vec{e}_θ sur les axes \vec{e}_x et \vec{e}_y

$$\vec{e}_r = \frac{\sqrt{2}\vec{e}_x}{2} + \frac{\sqrt{2}\vec{e}_y}{2} \text{ et } \vec{e}_\theta = \frac{\sqrt{2}\vec{e}_y}{2} - \frac{\sqrt{2}\vec{e}_x}{2}$$

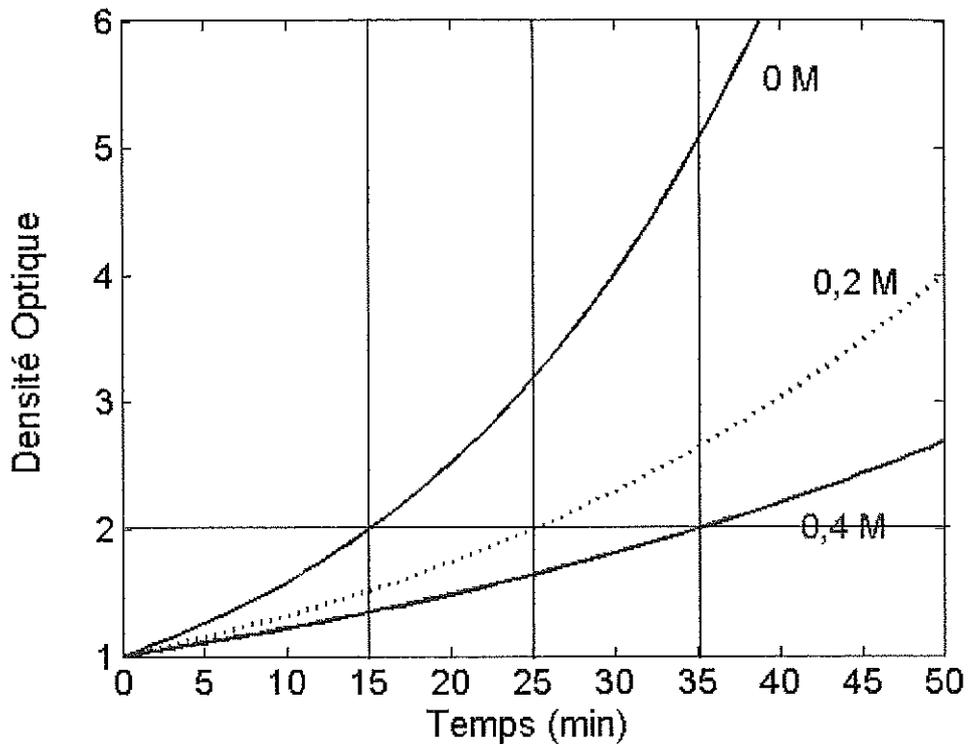
Donc \vec{E} créé par le dipôle s'écrit en projection sur \vec{e}_x , \vec{e}_y : $\frac{p}{8\pi\epsilon_0 r^3}\vec{e}_x + \frac{3p}{8\pi\epsilon_0 r^3}\vec{e}_y$

Le champ total s'écrit donc :

$$\left(\frac{p}{8\pi\epsilon_0 r^3} + \frac{q}{4\pi\epsilon_0 l^2}\right)\vec{e}_x + \frac{3p}{8\pi\epsilon_0 r^3}\vec{e}_y$$

Si $a \ll r$, sachant que r est du même ordre de grandeur que l (à cause de l'angle θ imposé) on a : $a/r^3 \ll 1/r^2 \sim 1/l^2$, on peut donc négliger le terme du champ créé par le dipôle sur \vec{e}_x , la réponse C est juste.

29. (***) Antibiotique bactériostatique (M) On va supposer ici, pour les concentrations C (en mol.L^{-1}) de l'antibiotique de l'expérience, que l'antibiotique bactériostatique va augmenter le temps de doublement de *E. coli*. L'action bactériostatique de l'antibiotique est mesurée par densité optique. Seules les phases de croissance exponentielles sont représentées ici



- A dans chacun des trois cas, la population de bactéries se modélise par une fonction du type $N = N_0 \cdot \exp(-t / \tau)$
- B sans antibiotique, le temps de doublement vaut 15 min à 2 min près
- C d'après les résultats, on pourrait modéliser le temps de doublement en minutes par $T = 15(1 + C)$
- D d'après les résultats, on pourrait modéliser le temps de doublement en minutes par $T = 15 + 20C$
- E si la concentration d'antibiotique C devient très grande, on peut penser que la population restera ~constante avec le temps

R29

B

- A 'faux' la population augmente on ne peut pas avoir de moins dans l'exponentielle : $N = N_0 \cdot \exp(t / \tau)$ (~donné dans l'énoncé)
- B 'vrai' il suffit de voir qu'au bout de 15 min, la densité optique (qui est proportionnelle à la concentration) est passée de 1 à 2
- C 'faux' cf infra

- D 'faux' pour $C = 0 \text{ M}$, $0,2 \text{ M}$ et $0,4 \text{ M}$, on a $T \# 15, 25$ et 35 min resp. On peut donc supposer en première approximation que $T = 15 + 50C$ (on peut vérifier immédiatement que C et D ne correspondent pas pour $C = 0,2 \text{ M}$).
- E 'faux' on peut simplement se rappeler que les bactéries meurent également. Si le temps de doublement est trop long, la population doit forcément diminuer (reproduction < mortalité). Pour les trois courbes, il y a simplement ralentissement de la croissance, on parle de bactériostase partielle. La bactériostase correspond à une diminution effective de la population (concentration suffisante). En clinique, on va considérer la concentration minimale inhibitrice (CMI) qui entraîne une inhibition suffisante de la croissance pour être thérapeutiquement significative.

30. (*) Antibiotique bactéricide (D) Cette fois l'antibiotique détruit les bactéries. En présence de cet antibiotique à une concentration de $0,1 \text{ M}$, la probabilité de destruction de *E. coli* par unité de temps est de $p = 0,14 \text{ min}^{-1}$. On prendra $\ln 2 / p \# 5$. A partir de l'introduction de l'antibiotique :**

- A le taux de destruction est insuffisant pour diminuer la population de *E. coli*, sa croissance étant très rapide
- B le temps de doublement devient $T = 4 \text{ min}$ environ
- C la population peut se modéliser par $N = N_0 \cdot \exp(-\ln 2 \cdot t / 3,75)$
- D la population sera divisée par 4 au bout de 15 min environ
- E au bout d'une heure, il ne restera plus que 4 bactéries sur 1000 environ

**R30
D,E**

- A 'faux' Même si le taux de destruction est insuffisant, T ne peut pas diminuer (la croissance ne peut pas accélérer)
- B 'faux'
- C 'faux' Si p_0 est le taux de multiplication bactérienne, on peut écrire (cf. cours):
 $dN / dt = (p_0 - p) \cdot N$, soit $N = N_0 \cdot \exp[(p_0 - p) \cdot t] = N_0 \cdot \exp[(\ln 2 / 15 - p) \cdot t]$
 $= N_0 \cdot \exp[\ln 2 (1/15 - 1/5) \cdot t] = N_0 \cdot \exp[-(\ln 2 / 7,5) \cdot t]$. On obtient une demi-vie de $7,5 \text{ min} = 7 \text{ min } 30 \text{ s}$. On peut simplement se rappeler qu'on peut additionner les inverses des périodes, soit $1/T = 1/15 - 1/5 = -2/15$, d'où $T_{1/2} = 7,5 \text{ min}$. La population diminue bien (A faux). On a finalement $N = N_0 \cdot \exp(-\ln 2 \cdot t / 7,5)$ (C faux).
- D 'vrai' Au bout d'une période la population est divisée par 2, puis par 4 au bout de 2 périodes (15 min) : D vrai.
- E 'vrai' $75 \text{ min} = 10$ périodes et $60 \text{ min} = 8$ périodes ($75 - 2 \times 7,5$). La population est ainsi divisée par $2^8 = 256$.