

PREMIERE ANNEE DU PCEM
Faculté de Médecine Grange Blanche
Année Universitaire 2004-2005

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

$$\frac{N^+}{N^-} = e^{\frac{-\Delta E}{kT}} \quad PV^i = Cte \quad \overline{Ec} = \frac{3}{2} kT = \frac{1}{2} m \overline{v^2} \quad E = E_0 + \frac{RT}{zF} \ln \frac{[ox]}{[red]}$$

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

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

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

$$R = \rho \cdot \frac{L}{S} \quad k = \alpha z F C (\mu_+ + \mu_-) \quad \phi = \frac{1}{S} \frac{dQ}{dt} = -\lambda \frac{dT}{dx}$$

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

ln (Log)	2	0,38	0,1
Rappel $Ln = 2,3 \log_{10}$	0,7	- 0,97	-2,3

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

Air %	N ₂	O ₂	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	Masse Molécul	urée	CuSO ₄	C ₆ H ₁₂ O ₆
$A = 6 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$	1	4	12	16	23	35,5	39	40	40		60	160	180

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

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

1 Dans les unités du système international les grandeurs suivantes s'expriment en

- A le travail en newton
- B la pression en bar
- C la puissance en joules
- D le volume en mètres cube
- E le temps en secondes

Réponse 1

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

2 La dimension d'

- A une surface est $[L]^2$
- B une force est $[M].[L].[T]^{-1}$
- C un travail est $[M].[L]^2.[T]^{-1}$
- D une vitesse est $[L].[T]^{-1}$
- E une charge électrique est $[I].[T].[L]$

Réponse 2

A,D

$[F] = M.L.T^{-2}$; et $[p] = M.L^{-3}$. L'équation aux dimensions permet de relier des grandeurs dérivées aux grandeurs fondamentales que sont longueur, masse, temps, intensité de courant, température, intensité lumineuse et quantité de matière. Ainsi la surface est une longueur au carrée. La vitesse est une longueur divisée par un temps. Une force est une masse multipliée par une accélération. Un travail est une force multipliée par une longueur. E est faux la charge électrique $Q=I.T$

3 Potentiel et champ électrique

- A le champ électrique dérive d'un potentiel électrique
- B pour calculer le moment dipolaire on fait le produit des 2 charges du dipôle par la distance qui les sépare
- C le champ électrique créé par une charge ponctuelle est défini en tout point de l'espace
- D la loi de Coulomb décrit la force d'interaction appelée force électrique
- E la charge totale se conserve pour tout processus se produisant au sein d'un système isolé

Réponse 3

A,D,E ou **A,C,D,E**

B est faux on fait le produit de la charge (q) par la distance qui les sépare. C est faux car il ne peut pas être défini là où il se trouve. (en fait ambiguïté de l'item C E=-gradV j'accepte aussi C vrai)

4 Lors de l'action d'un champ électrique uniforme sur un dipôle permanent :

A la polarisabilité d'un atome a pour dimension $[L]^2 [T] [I]^{-1} [V]$

B pris à grande distance, son potentiel décroît en $1/r^2$

C son moment dipolaire est inversement proportionnel au coef^t. de polarisabilité α

D le dipôle subit un mouvement de rotation

E le dipôle subit à la fois un mouvement de translation et de rotation

Réponse 4

B, D

A est faux. $p = \alpha \cdot E$ donc $\alpha = p/E$. Or $p = [L] \cdot [T] \cdot [I]$ et $[E] = [V]/[L] = [L] \cdot [M] \cdot [T]^{-3} \cdot [I]^{-1}$
 $\alpha = [L]^2 \cdot [T] \cdot [I] \cdot [V]^{-1}$. B peut se discuter « son » potentiel pourrait être celui du champ mais cette réponse figure dans un exercice d'annale GB on garde vrai. le dipôle doit s'orienter dans les lignes de champ du champ uniforme. C est faux car la polarisation est proportionnelle au coefficient de polarisabilité. D est juste nous avons fait la démonstration en cours. Comme ce champ est uniforme E est faux, il ne peut pas entraîner une translation du dipôle.

5 Electrocardiogramme (ECG) et en admettant les hypothèses d'Einthoven

Soit un tracé ECG dans la dérivation DIII le tracé est sur la ligne isoélectrique. A ce moment le vecteur cardiaque est-il ?

A parallèle à DIII

B perpendiculaire à DIII

C parallèle à aVL

D perpendiculaire à aVL

E aucune de ces réponses

Réponse 5 (une seule combinaison acceptée)

B

Puisque le potentiel est nul à cet instant, la projection du vecteur cardiaque sur DIII est nulle : il est donc perpendiculaire à DIII (QCM Pitié 2001-6. Hypothèses d'EINTHOVEN

6 Système thermodynamique

A un système fermé n'échange ni matière ni énergie avec l'extérieur.

B un système isolé n'est pas capable de fournir un travail ou d'échanger de la chaleur

C la variation d'énergie interne d'un système est égale à la somme des forces extérieures.

D l'énergie totale d'un système isolé reste constante.

E un système isolé vis-à-vis des échanges thermiques est dit adiabatique

Réponse 6

D, E

A est faux il peut échanger de l'énergie

B est faux il est capable de fournir un travail interne mais pas avec l'extérieur or ce n'était pas précisé dans le QCM (si cela avait été le cas il aurait été considéré comme vrai (exemple d'une bouteille thermos avec des parois imperméables à la chaleur (pas d'échange thermique) et de volume invariable (pas d'échange de travail)C est faux il est égal au travail des forces extérieures et pas à leur somme

D et E sont vrai (cours)

7 Température et la chaleur

A la température est une grandeur extensive

B le zéro absolu correspond à un état d'un gaz où la pression est nulle

C la température et la pression peuvent varier indépendamment

D le coefficient de conductivité thermique du cuivre étant bien supérieur à celui de l'eau, à la température $T = 100\text{ °C}$, par le toucher le cuivre semblera beaucoup moins chaud que l'eau.

E la chaleur est la partie du travail qui ne peut être exprimée comme le produit d'une force moyenne et d'un déplacement.

Réponse 7

B, C, E

La température est une grandeur intensive (ou non additive). B est vrai à 0 K; D le cuivre conduit mieux la chaleur que l'eau (coefficient de conductivité thermique supérieur), on aura donc, à la même température, une sensation plus chaude car plus de chaleur est transférée à la peau. E est vrai par définition (cours)

8 Le diagramme ci-dessous donne la température $f(t)$ lors d'une expérience où l'on chauffe avec une puissance constante une masse de glace

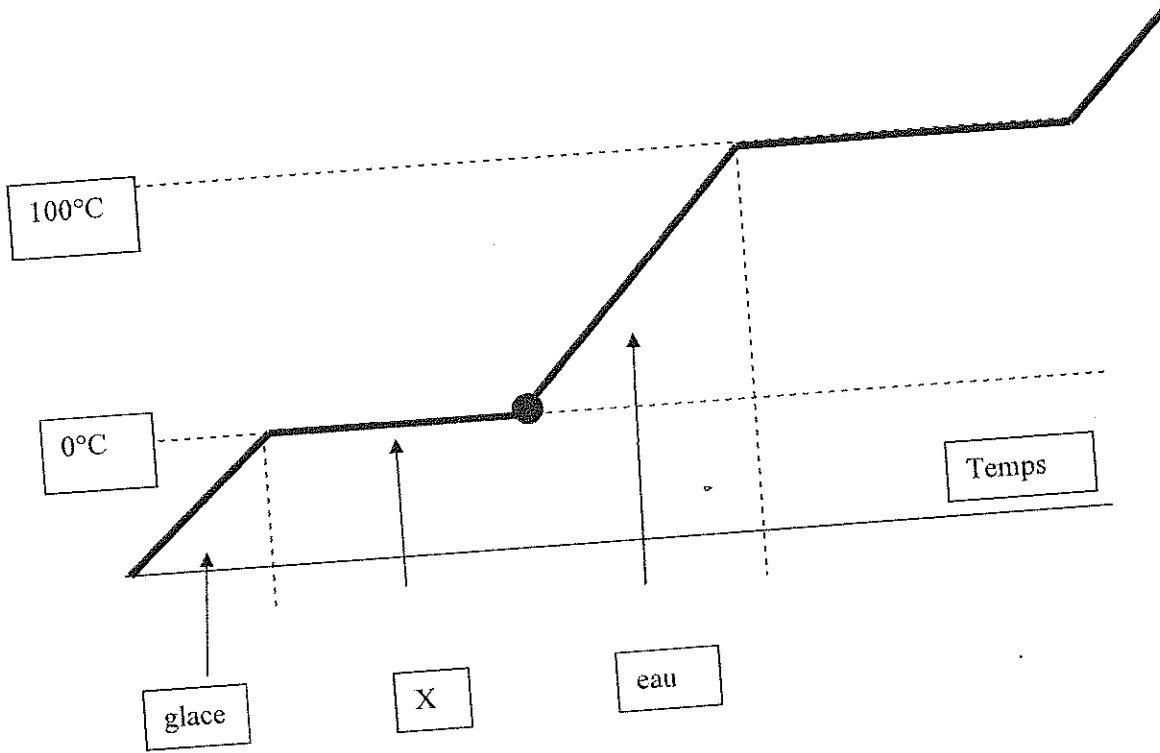
A X est un mélange d'eau et de glace

B le fait que le plateau à 100 °C est plus long que celui à 0 °C témoigne d'une chaleur latente de vaporisation plus grande que la chaleur latente de fusion

C les 2 plateaux correspondent aux transitions de phase

D ce graphique peut représenter l'expérience faite à n'importe quelle pression

E le point triple de l'eau est matérialisé par le point noir



Réponses 8
A,B,C

Cours. E c'est n'importe quoi.

13 Une plaque de fer de 2 cm d'épaisseur a une section droite de 2000 cm². Une face se trouve à la température de 150 °C et l'autre 140 °C. La quantité de chaleur qui traverse la plaque à chaque seconde est :

Donnée : coefficient de conduction = 100 W.m⁻¹.K⁻¹

- A 200 KJ.s⁻¹
- B 50 Kcal.s⁻¹
- C 3500 KJ.s⁻¹
- D 85 Kcal.s⁻¹
- E 10000 J.s⁻¹

Réponse 13

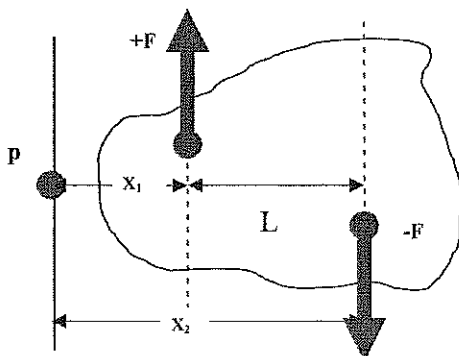
E

Simple application numérique de la conduction thermique. Prenez garde aux unités demandées et celles données.

$Q/dt = S \cdot \text{Coefficient de conduction} \cdot (T_2 - T_1) / x = 100 \cdot 0,2 \cdot 10 / 0,02 = 10000 \text{ J.s}^{-1}$

Soit environ 2,5 Kcal/s

14 Deux forces d'égales grandeurs mais de directions opposées s'exercent sur l'objet de la figure ci-dessous Le moment résultant de ces forces (à l'instant t_0) par rapport à P



- A ne peut pas être calculé car il manque des informations
- B à une valeur égale à $+L F$
- C à une valeur égale à $-L F$
- D à une valeur égale à $2.(L F)$
- E à la valeur $(x_2-x_1)/2 \times F$

Réponse 14

C

On calcule le moment par rapport au point P. Le moment associé à x_1 est $M_1=x_1.F$.
 Le moment dû à la force appliquée en x_2 est $M_2=x_2.(-F)$. Le moment résultant vaut :
 $M= M_1+ M_2 = (x_1-x_2).F= - L.F$

15 On dispose dans un ballon non déformable (2185 mL) une quantité X de dihydrogène (H_2) à la pression atmosphérique à la température de $0\text{ }^\circ\text{C}$. On porte ce ballon jusqu'à la température de $273\text{ }^\circ\text{C}$.

- A la nouvelle pression est de 100 kPa.
- B la nouvelle pression est 200 kPa.
- C la quantité de dihydrogène est d'environ 0.1 mole.
- D la nouvelle pression de 2,5 atmosphères.
- E la quantité de dihydrogène est supérieure à 0,2 mole.

Réponse 15

B, C

La transformation étant à volume constant, on peut appliquer la relation de Charles : $P/T = \text{constante}$. Donc : $P_i/T_i = P_f/T_f$ et $P_f = T_f/T_i \times P_i = 273 \times 2 / 273 \times 1 \text{ atm} = 2 \text{ atm}$ ou 2.10^5 Pa . $n = (1e5 \times 0.002185) / 2267 = 0.0964 \# 10^{-1}$

Réponse 16

A

Relation de Nernst avec un ion monovalent $z=1$

$$E_m = 0.8 + \frac{(8.3 \cdot 300)}{(1 \cdot 10^5)} \cdot 2.3 \cdot \log_{10}(10^{-4}) = 0.571 \approx 5.7 \cdot 10^{-1} \text{ volt}$$

17 Le degré hygrométrique de l'air (H %) dans une enceinte à la température T est le rapport pression partielle de la vapeur d'eau à la pression de vapeur saturante à T. On donne P_{vapsat} à $27^\circ\text{C} = 2000 \text{ Pa}$ et $H = 70$

- A la pression de vapeur saturante est de 1400 Pa
- B la masse d'eau (kg) contenue dans 1 m^3 d'air vaut 10^{-6}
- C elle vaut 10^{-4}
- D elle vaut 10^{-2}
- E elle vaut $5 \cdot 10^{-2}$

Réponse 17

D

Critique le texte ne précisait pas à quelle pression. Réponse : si pas d'info on doit prendre la pression atmosphérique standard au niveau de la mer soit 1 atmosphère. Ceci est surtout vrai en PCEM1 sans calculatrice. Application de $PV = nRT$ avec $T = 273 + 27 = 300^\circ\text{K}$

$P_{\text{vap}} = 2000 \cdot 0.7 = 1400 \text{ Pa}$ partielle mais (erreur) dans le texte du QCM item A on a écrit pression de vapeur saturante. Elle est forcément égale à la donnée de l'énoncé soit 2000 la réponse est donc fautive. Matlab $m = p \cdot 18 / (8.3 \cdot 300) = 10.12$
10 g soit 10^{-2} kg

20 A 0°C et à la pression atmosphérique, un mélange gazeux est constitué de 80% (rapport molaire) de dioxygène et 20 % de gaz carbonique (CO₂). Ce mélange gazeux est mis en contact avec de l'eau à 37 °C à la même pression. Quel est le volume, en ml par litre de CO₂ dissous dans l'eau ?

Coeff. solubilité du CO₂ dans l'eau, à 37 °C: $4,9 \cdot 10^{-3} \text{ L de CO}_2 \text{ L}^{-1} \text{ d'eau. kPa}^{-1}$

- A 49,0
- B 55,6
- C 68,4
- D 98,0
- E 245,0

Réponse 20

D

Le coefficient de solubilité du CO₂ est donné à 37 °C mais la pression partielle du CO₂ est toujours le 1/5^{ème} de la pression atmosphérique (sa proportion n'a pas changé). Selon la loi de Henry, volume de CO₂, en mL.L⁻¹ : pression partielle multipliée par le coefficient de solubilité : $20 \cdot 4,9 = 98 \text{ mL.L}^{-1}$

L'incertitude relative n'ayant pas d'unité. Sorry

22 Dans les érythrocytes à 37°C, on mesure les concentrations cellulaires suivantes $[ATP]=3,0 \text{ mmol.L}^{-1}$, $[ADP]=0,2 \text{ mmol.L}^{-1}$, $[Pi]=1,5 \text{ mmol.L}^{-1}$. On donne la variation d'enthalpie libre standard liée à la réaction de la formation d'ADP et de Pi soit $\Delta G_r^\circ(310K) = -30 \text{ kJ.mol}^{-1}$

- A $\Delta G_r(310K)$ est environ de + 36 kJ.mol⁻¹ dans le sens de la formation d'ATP
- B la réaction est spontanée dans le sens de la formation de l'ADP et du Pi
- C la réaction est spontanée dans le sens de la formation de l'ATP
- D la réaction est à l'équilibre
- E on ne peut pas prévoir le sens de la réaction, il manque des données

Réponse 22

B

$\Delta G_r(310K) = \Delta G_r^\circ(310K) + RT \ln Q = -30 + 8,3 \cdot 310 \cdot (-2,3) \cdot 4 \approx -54 \text{ kJ}$ mais c'est dans l'autre sens : + 54 kJ. La réaction est donc spontanée dans le sens ADP+Pi.

24 Dans un calorimètre (avec une fuite de 200 J.K^{-1}) on mélange $0,1 \text{ L}$ de NaOH en solution à 2 mol.L^{-1} et $0,1 \text{ L}$ de solution d' HCl à 2 mol.L^{-1} . L'augmentation de la température est de 43° C lors de la réaction. $C_{\text{solution}} = 4180 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$

- A cette réaction est exothermique
- B la masse des réactifs est de $0,00153 \text{ kg}$
- C l'énergie libérée lors de la réaction est de $1,12 \cdot 10^3 \text{ J}$
- D l'énergie libérée par mole de réactif est de l'ordre de $5,6 \cdot 10^3 \text{ kJ.mol}^{-1}$
- E il y a un changement de phase au cours de cette réaction

Réponse 24

A

A est vrai bien entendu

B est faux $(0,1 \cdot 2 \cdot 40) + (0,2 \cdot 36,5) = 15,3 \text{ g} = 0,0153 \text{ kg}$

C est faux $((0,0153 \cdot 4000 + 200) \cdot 43) = 1,1232 \cdot 10^4$ (et non 10^3)

D est faux $((0,0153 \cdot 4000 + 200) \cdot 43) \cdot 5 = 56158 \neq 5,6 \cdot 10^4$

E est faux c'est toujours en phase aqueuse

25 Une bouteille de $1,5 \text{ L}$ contient des eaux fossiles que l'on souhaite dater par un isotope du chlore (^{36}Cl) de demi-vie = 10^{11} s . On donne $C_d = 13,5 \text{ mg.L}^{-1}$. $^{36}\text{Cl}/\text{Cl}_{\text{tot}} = 7 \cdot 10^{-13}$. L'eau ne contient plus que 38% du Chlore 36 des eaux de surface supposé constant

A la dimension de la constante radioactive est $[\text{T}]^{-1}$

B le nombre de noyaux de ^{36}Cl restant et le nombre se désintégrant par seconde sont représentés par la même courbe à une constante près

C la constante radioactive du ^{36}Cl vaut environ $7 \cdot 10^{-10}$ unité du SI

D l'âge de l'eau est $1,3 \cdot 10^{13} \text{ s}$

E la précision aurait été meilleure au ^{14}C ($T_{1/2} = 5,7 \cdot 10^3 \text{ ans}$)

Réponse 25

A,B, ou A,B,E

A est vrai (cours)

B est vrai (cours diapo 52)

C est faux $\lambda = \ln 2 / T_{1/2} = 0,7 / 10^{11} = 7e-12$

D est faux $-0,977e-12 = 1,38.10^{11}$

E est faux car cela fait 420.10^3 ans soit près de 70 $T_{1/2}$ du ^{13}C (plus d'activité à compter). Item difficile en fait pour ceux qui n'ont jamais pratiqué ces mesures

26 Putting

Le golfeur doit faire rouler sa balle ($m=50\text{g}$) jusqu'au trou ($d=5\text{m}$) en ligne droite. Le club lui donne une vitesse initiale de $v=10\text{ m.s}^{-1}$. Les forces de frottements sont constantes ($f=0,1\text{N}$). Pour que la balle tombe dans le trou sa vitesse doit être de l'ordre de 1 m.s^{-1} . La balle :

A n'arrive même pas à la moitié de la distance du trou

B roule tellement vite qu'elle passe au-dessus du trou sans tomber dedans

C tombe dans le trou

D arrive à 50 cm du trou sans le dépasser

E la balle rebondit sur le bord du trou et se perd dans l'eau (gag)

Réponse 26

B

C'est un mouvement rectiligne uniformément retardé. La position est donnée par la primitive de la vitesse et la vitesse par la primitive de l'accélération. $x(t) = -1/2ft^2$ d'où avec nos valeurs ici $x(t) = -1t^2 + 10t$. $v(t) = 2t + 10$. A l'arrêt la vitesse est nulle donc $t=5\text{s}$. On calcule la distance $x(5\text{s}) = -1*(5)^2 + 10*5 = 25\text{ m}$. Vous pouvez aussi utiliser le théorème de l'énergie cinétique c'est plus rapide

27 Un réfrigérateur fonctionnant de façon réversible entre S_{int} ($T_{\text{int}} = -3^\circ\text{C}$) et S_{ext} ($T_{\text{ext}} = 27^\circ\text{C}$) considérés comme des réservoirs de chaleur. Si W est le travail reçu par le fluide de la part du compresseur et Q_c et Q_f les quantités de chaleur échangées respectivement avec les sources chaude et froide. Que vaut le rapport de l'énergie enlevée à la source froide divisée par le travail investi (efficacité)

A < 10

B 15

C 20

D 25

E > 30

Réponse 27

A

Au cours du cycle la variation d'énergie interne du fluide est nulle. $W+Q_f+Q_c=0$ avec $Q_c<0$ et W et $Q_f>0$ donc $W=-Q_f - Q_c$. D'après le 2nd principe l'entropie échangée est nulle sur le cycle $Q_f/T_f+Q_c/T_c=0$ d'où $W=Q_f(T_c/T_f-1)$.
 $e=Q_f/W=T_{\text{froide}}/(T_{\text{chaude}}-T_{\text{froide}})$ $e=270/(300-270)=9$

28 Dans un condensateur contenant du gaz ionisé le potentiel électrique est de la forme $V=kx^2$ où x repère la distance du point considéré à une plaque du condensateur. On traitera le problème à une dimension, $x>0$.

A le champ électrique est égal à $-2k.x$

B le champ électrique est égal à $-k.x^3/3$

C le champ électrique est égal à $2k.x$

D une charge $q=-e$ placée entre les plaques du condensateur subira une force électrostatique de module $2e.k.x$

E l'énergie potentielle de cette même charge vaudra $2e.k.x$

Réponse 28

A, D

$E=-\text{grad}V$, donc $E=-dV/dx=-2k.x$ (A vrai et donc B et C sont faux)

L'énergie potentielle $E_p=qV=-ek.x^2$ (E est faux)

Le module de la force $F=q.E=-e.(-2k.x)=2.e.k.x$ (D est vrai)