CONCOURS EXCEPTIONNEL DE RECRUTEMENT D'ELEVES SOUS OFFICIERS DE L'ECOLE DE L'ARMEE DE L'AIR-SESSION 2024.

EPREUVE DE PHYSIQUE ET CHIMIE

Exercice 1 : Un bécher contient un volume **V=50mL** d'un antiseptique bien connu, le permanganate de potassium, de concentration **C_o=0,02mol.L^{-1}**. On le place sous un robinet d'eau de débit **a (en mL.s^{-1})**.

1) Exprimer la concentration **C** de la solution en **ions** permanganate en fonction de **temps (t)**.

A	$C = 1/(50 + at)$	B	$C = 1/(50 - at)$
C	$C = -1/(50 + at)$	D	$C = 1/(-50 + at)$

2) Exprimer $(\frac{dC}{dt})$. Y a-t-il une réaction chimique au sein du becher ?

A	$\frac{dC}{dt} = -\frac{a}{(50+at)^2}$ Il n'y a pas de réaction chimique	B	$\frac{dC}{dt} = \frac{a}{(50-at)^2}$ Il y a une réaction chimique
C	$\frac{dC}{dt} = \frac{a}{(50+at)^2}$ Il n'y a pas de réaction chimique	D	$\frac{dC}{dt} = -\frac{a}{(50-at)^2}$ Il y a une réaction chimique

3) Déterminer la vitesse de disparition des ions permanganate.

A	Vitesse est nulle car il n'y a pas de réaction.	B	Vitesse est supérieure à zéro car il y a une réaction chimique.

Exercice 2 : Amines, amides, acides aminés et autres sont des composés organiques azotés qui jouent un rôle important dans le fonctionnement des organismes vivants, de l'être humain en particulier, en intervenant dans un grand nombre de réactions biochimiques. Les acides α - aminés, en particulier, constituent les matières de base des polypeptides et des protéines qui peuvent intervenir dans les systèmes de régulation et jouer le rôle d'enzymes (catalyseurs biologiques).

1.1 Ecrire la formule générale d'une **amine primaire** et celle d'un **acide α-aminé.**

Amine primaire :

A	$R-NH$	B	$R-NH-R$	C	$R-NH_2$

Acide α-aminé :

A	$R-CH(NH_1)-COOH$	B	$R-CH(NH_3^+)-COO^-$	C	$R-CH(NH_2)-COOH$

1.2 Un acide α-aminé **(A)** donne, par décarboxylation, une amine primaire **(B)** de masse molaire **31 g.mol^{-1}**.

Donner la formule **semi-développée** et le **nom** de l'amine primaire **(B)**.

A	$CH_3-NH-C_2H_5$: éthylméthylamine
B	CH_3-NH_2 : methanamine
C	CH_3-NH : methananamine

En déduire la formule **semi-développée** et le **nom** de l'acide α-aminé **(A)**.

A	$CH_3-CH(NH_3^+)-COO^-$: acide 2-aminopropanoique
B	$CH_2(NH_2)-COOH$: acide 2-aminoéthanoique
C	$CH_3-(NH_1)-COOH$: acide 2-aminoéthanoique

1.3 Ecrire l'équation-bilan de la **réaction** de l'amine **(B)** avec l'eau.

A	$CH_3-NH-C_2H_5 + H_2O \leftrightarrows CH_3-NH_2^+-C_2H_5 + HO^-$
B	$CH_3-NH_2 + H_2O \leftrightarrows CH_3-NH_3^+ + HO^-$
C	$CH_3-NH + H_2O \leftrightarrows CH_3-NH_2^+ + HO^-$

Préciser le **couple acide/base** auquel appartient **(B)**.

A	$CH_3-NH_2^+-C_2H_5/CH_3-NH-C_2H_5$
B	$CH_3-NH_3^+/CH_3-NH_2$
C	$CH_3-NH_2^+/CH_3-NH$

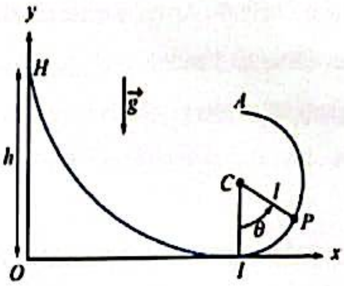
1.4 On considère une **solution aqueuse** de l'amine (B) de **concentration initiale (C)**. En supposant que la valeur de **C** est telle **[OH$^-$] << C**.

Déterminer le **pH** d'une solution à **10^{-1} mol. L^{-1}** de l'amine sachant le pKa du couple acide/base auquel appartient **(B)** vaut 10,7

A	$pH = 13$	B	$pH = 10,7$
C	$pH = 12$	D	$pH = 11,85$

Exercice 3 : Un mobile *(P)* assimilé à un point matériel de masse *(m)*, se déplace sur un rail situé dans un plan vertical. Le rail comporte une partie *IA* constituée d'un demi-cercle de centre *(C)* et de diamètre $IA = 2l$.

On néglige tout frottement et la liaison entre le mobile et le rail est unilatérale, c'est-à-dire que la réaction $\vec{R}$ exercée par le rail sur le mobile ne peut changer de sens. La position du mobile (P) lorsque sa trajectoire est à l'intérieur du demi-cercle est repérée par l'angle $\theta = \left(\widehat{\overrightarrow{CI}\overrightarrow{CP}}\right)$(cf. figure ci-dessus). On désigne par *(g)* la norme de l'accélération de la pesanteur.



À l'instant $t = 0$, le mobile est libéré en *(H)* sans vitesse initiale à la hauteur $h=OH$ au-dessus de *I*, point le plus bas du demi-cercle.

1. Exprimer en fonction de l, *h*, *g* et θ, la norme (v_p) de la vitesse du mobile *(P)* lorsqu'il est à l'intérieur du demi-cercle.

A	$v_p = \sqrt{2g[h - l(1 - cos\theta)]}$	B	$v_p = \sqrt{2ghcos\theta}$
C	$v_p = \sqrt{2g[h + l(1 - sin\theta)]}$	D	$v_p = \sqrt{2g[h - lcos\theta]}$

2. Donner l'expression de la norme (R) de la réaction ($\vec{R}$) exercée par le rail sur le mobile (P).

A	$R = \frac{2mg}{l}(h - l + lcos\theta)$	B	$R = \frac{2mg}{l}(h + l - lcos\theta)$
C	$R = \frac{2mg}{l}(h - l + lsin\theta)$	D	$R = \frac{2mg}{l}(2h - 2l + 3lcos\theta)$

3. De quelle hauteur minimale (h_m) doit-on lâcher le mobile (P) sans vitesse initiale en *(H)* pour qu'il arrive jusqu'en *(A)*, point le plus haut du demi-cercle ?

A	$h_m = \frac{5}{2}l$	B	$h_m = 2l$	C	$h_m = l$	D	$h_m = \frac{3}{2}l$

4. Donner dans ces conditions ($h = h_m$) l'expression de la réaction (R_I) en (I), point le plus bas de la trajectoire.

A	$R_I = 3mg$	B	$R_I = 2mg$	C	$R_I = 6mg$	D	$R_I = \frac{5}{2}mg$

5. Exprimer la norme (v_A) de la vitesse du mobile lorsqu'il arrive au point *(A)* après avoir été lâché sans vitesse initiale depuis une hauteur $(h = h_m)$.

A	$v_A = \sqrt{2gl}$	B	$v_A = \sqrt{gl}$	C	$v_A = \sqrt{2gh}$	D	$v_A = 0$

6. On désigne par (x_C) l'abscisse du centre du demi-cercle. Calculer, pour $(h = h_m)$, l'abscisse (x_o) du point *(P)* lorsque la trajectoire du mobile coupe l'axe *(Ox)* tangent au demi-cercle en *(I)* après être passée par le point *(A)*.

A	$x_o = x_C$	B	$x_o = -l$	C	$x_o = x_C - 2l$	D	$x_o = 0$

Exercice 4 : Un parachutiste expérimenté a pour projet, de s'élever à une altitude de **40 km** au moyen d'un ballon sonde gonflé à l'hélium. Arrivé à cette altitude, il envisage de sauter de la capsule du ballon pour effectuer un saut, d'abord en chute libre, avec l'ambition de battre un record de vitesse, puis en parachute afin de regagner la terre ferme en douceur.

I. Décollage

On suppose qu'au décollage le système {**ballon+capsule+sauteur**}, étudié dans un référentiel terrestre considéré galiléen, n'est soumis qu'à son poids et à la poussée d'Archimède.

Soit **(m)** : masse du sauteur et de son équipement, (m') : masse de la capsule

(m'') : masse du ballon, **(V)** : volume du ballon, **(ρ)**: masse volumique de l'air au sol

(g): accélération de la pesanteur au sol

On donne : $m' + m'' = 750kg$; **V = 800 m³ ; ρ = 1,20 kg.m⁻³ ; g = 9,81 m.s⁻²**

I.1 Calculer la valeur de la poussée d'Archimède (F_A), s'exerçant sur le ballon au sol.

A	$F_A = 9420\ N$	B	$F_A = 942\ N$
C	$F_A = 7420\ N$	D	$F_A = 8420\ N$

I.2 Calculer le poids (P_1) de l'ensemble {**ballon+capsule**}.

A	$P_1 = 7360\ N$	B	$P_1 = 736\ N$
C	$P_1 = 6360\ N$	D	$P_1 = 8360\ N$

I.3 On note (P_2) le poids du sauteur et de son équipement. Ecrire la relation fondamentale de la dynamique (**2ᵉ loi de Newton**) appliquée à l'ensemble {**ballon+capsule+sauteur et équipement**}.

A	$F_A - P_1 - P_2 = (m + m' + m'').a$	B	$F_A + P_1 - P_2 = (m + m' + m'').a$
C	$F_A - P_1 + P_2 = (m + m' + m'').a$	D	$F_A - P_1 - P_2 = -(m + m' + m'').a$

I.4 Etablir l'expression littérale de la **relation** que doit vérifier la masse (**m**) pour réussir le décollage, en fonction de **m', m''**, **ρ** et **V**. En déduire la valeur de cette masse, notée (**m***), qui ne doit pas être atteinte.

A	$m^* = \rho.V - (m + m'')$ $m^* = 210kg$	B	$m^* = \rho.V + (m + m'')$ $m^* = 110kg$
C	$m^* = \rho.V - (m + m')$ $m^* = 100kg$	D	$m^* = \rho.V + (m + m')$ $m^* = 310kg$

II. Saut depuis la capsule

Le parachutiste se trouve maintenant à une altitude **H = 40 km**. On suppose, dans toute cette partie (**II**), la poussée d'Archimède sur le sauteur négligeable. D'autre part, par commodité, on désigne simplement par « le sauteur », l'ensemble constitué du **sauteur et de son équipement,** le tout de masse **m = 100 kg**.

II.1 Etablir l'expression littérale de la **force de gravitation (Fg)** subie par le sauteur en fonction de (**m**), de la constante de gravitation (**G**), de la masse de la terre (**M_T**), du rayon de la terre (**R_T**), et de l'altitude (**H**). On a alors **Fg = P**, $P = mg_H$ étant le poids du sauteur à l'altitude (**H**).

A	$F_g = G\dfrac{m'M_T}{(R_T + H)^2}$	B	$F_g = -G\dfrac{mM_T}{(R_T + H)^2}$
C	$F_g = G\dfrac{m''M_T}{(R_T + H)^2}$	D	$F_g = G\dfrac{mM_T}{(R_T + H)^2}$

II.2 Calculer g_H avec **H = 40 km ; G = 6,67 10^{-11} SI, M_T = 5,97 1024 kg, R_T = 6,37 106 m.**

A	$g_H = 7{,}69 m.s^{-2}$	B	$g_H = 8{,}69 m.s^{-2}$
C	$g_H = 10.2 m.s^{-2}$	D	$g_H = 9{,}69 m.s^{-2}$

II.3 Le sauteur s'élance de la capsule **sans vitesse initiale**. On suppose qu'il n'est soumis qu'à son poids (**P**). On choisit un axe vertical (**z**) orienté positivement vers le bas dont l'origine est la capsule. Ecrire la relation **fondamentale de la dynamique** appliquée au **centre de gravité** du sauteur. On suppose l'accélération de la pesanteur constante égale à (g_H) dans les questions **II-4-** et **II-5-**, constante égale à (**g**) dans la question **II-6-**.

A	$m'a = mg_H$	B	$ma = m'g_H$
C	$ma = (m + m')g_H$	D	$ma = mg_H$

II.4 Etablir la relation donnant la vitesse (**v**) du sauteur en fonction du temps (**t**), soit $\boldsymbol{v} = \boldsymbol{f_1(t)}$, et l'appliquer en calculant la vitesse (**V**$_L$) atteinte après **30 s** de chute, exprimée en **m.s**$^{-1}$ et en **km.h**$^{-1}$.

A	$v = (m+m')g_H.t$ $V_L = 291m.s^{-1}$ $V_L = 1050\ km.h^{-1}$	B	$v = mg_H.t$ $V_L = 291m.s^{-1}$ $V_L = 1050\ km.h^{-1}$
C	$v = m'g_H.t$ $V_L = 291m.s^{-1}$ $V_L = 1050\ km.h^{-1}$	D	$v = g_H.t$ $V_L = 291m.s^{-1}$ $V_L = 1050\ km.h^{-1}$

II.5 Etablir la relation donnant le déplacement (**z**) du sauteur en fonction du temps (**t**), soit $\boldsymbol{z} = \boldsymbol{f_2(t)}$, et l'appliquer en calculant la distance parcourue (**h**) après **30 s** de chute.

A	$z = \frac{1}{2}(m+m').g_H.t^2$ $h = 4360m$	B	$z = \frac{1}{2}mg_H.t^2$ $h = 4360m$
C	$z = \frac{1}{2}m'g_H.t^2$ $h = 4360m$	D	$z = \frac{1}{2}g_H.t^2$ $h = 4360m$

A **2 km** d'altitude, le sauteur, se déplaçant maintenant dans les couches denses de l'atmosphère, déclenche son parachute. Il est soumis en plus de son poids à une force de frottement dont l'unique composante est sur (**z**) et vaut $\boldsymbol{F_f = -kv^2}$. Le centre de gravité du sauteur obéit alors à l'équation $\boldsymbol{mg - kv^2 = m\frac{dv}{dt}}$

II.6- Déterminer, par **analyse dimensionnelle**, **l'unité** du coefficient de frottement (**k**). Calculer la valeur du coefficient de frottement (**k**) pour obtenir une vitesse limite du sauteur $\boldsymbol{V_{lim} = 5m.s^1}$.

A	$k : m/s^2$ $k = 30m/s^2$	B	$k: kg/m^2$ $k = 30kg/m^2$
C	$k : kg/s$ $k = 39{,}2kg/s$	D	$k : kg/m$ $k = 39{,}2k/m$