

## Contrôle de Physique/Chimie

### Exercice 1 : A propos du traité d'artillerie de Diego Ufano (1613)

Diego Ufano est un capitaine espagnol qui publie en 1613 à Bruxelles un *Tratado de Artilleria* (traité d'artillerie), dans lequel sont données pour la première fois des tables de tir (portée de tir en fonction de l'angle de tir). Ce traité, traduit en plusieurs langues, paraît en France en 1621.

1. La trajectoire d'un boulet de canon selon les modèles en vigueur aujourd'hui: on considère un boulet de masse  $m$ , sortant du canon en un point  $O$  avec un vecteur vitesse  $V_0$  faisant un angle  $\alpha$  par rapport à l'horizontale;  $\alpha$  est appelé "angle de tir". Le repère d'étude, dans le référentiel terrestre approximativement galiléen, est  $(O; i; j)$ .

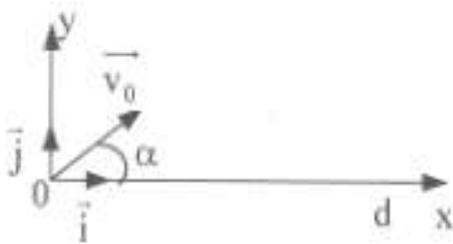


fig.1

Angle		Portée
65°	25°	796 m
	30°	869 m
48°	42°	955 m
	45°	967 m

fig.2

- a) Effectuer l'inventaire des forces que subit le projectile depuis la sortie du canon jusqu'à son arrivée au sol.
  - b) Etablir les équations horaires du mouvement du boulet en négligeant la résistance de l'air.
  - c) Etablir l'équation de la trajectoire du boulet dans le repère  $(O; i; j)$ .
2. La portée de tir. La portée de tir  $d$  est la distance horizontale parcourue par le boulet lorsqu'il touche le sol. Pour simplifier, on considère dans ce problème que le sol, au niveau de l'impact, est à la même altitude que le point  $O$ . Extrait des tables de tir données par Diego Ufano, ces tables donnent la portée  $d$  en fonction de l'angle de tir  $\alpha$ . (fig.2) (donnée:  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ ).

- a) Montrer que la portée du canon, évaluée dans les conditions indiquées ci-dessus est:

$$d = (V_0^2 \sin(2\alpha)) / g$$

Rappel:  $\sin(2\alpha) = 2 \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha$

- b) En utilisant l'indication correspondante à l'angle de tir  $\alpha = 30^\circ$ , déduire la valeur  $V_0$  de la vitesse initiale.
- c) Existe-t-il un autre angle pour lequel la portée serait identique à celle obtenue avec  $\alpha = 30^\circ$ ? Si oui, lequel? Justifier la réponse.

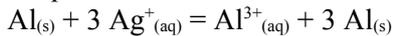
3. La trajectoire selon Diego Ufano et ses contemporains.

A propos de la trajectoire d'un boulet de canon, Diego Ufano explique: "Le mouvement comporte 3 phases. La première a son commencement dès la sortie de la bouche du canon, emportant toute la force et la vigueur de celui-ci: le mouvement est appelé "mouvement violent" et la trajectoire est une ligne droite. La deuxième commence lorsque la trajectoire se courbe en un arc, le mouvement violent s'atténue: il s'agit du "mouvement mêlé". Enfin, la troisième phase est un mouvement rectiligne et dirigé selon la pesanteur du boulet vers le sol: c'est le "mouvement naturel".

- a) Relever dans le texte précédent les 3 phases du mouvement du projectile de la sortie de la bouche du canon jusqu'au sol.
- b) Dire avec quelle grandeur Diego Ufano semble confondre le vecteur vitesse initiale  $V_0$  du modèle de la question 1.a.
- c) La trajectoire selon Diego Ufano est-elle compatible avec celle déduite des modèles en vigueur aujourd'hui? Justifier votre réponse en vous référant aux résultats de la question 1.

## **Exercice 2: Pile**

L'équation-bilan de la réaction d'oxydoréduction de fonctionnement d'une pile est:



En fonctionnement, cette pile débite un courant électrique d'intensité constante de valeur  $I = 20 \text{ mA}$  durant 150 minutes.

On observe une diminution de la concentration molaire volumique en ions  $\text{Ag}^+_{(aq)}$ .

1. Quelle est la polarité de cette pile?
2. Donner son schéma conventionnel.
3. Faire un schéma du dispositif. Y indiquer le sens du courant ainsi que le sens de circulation des électrons.
4. Ecrire les équations des réactions aux électrodes.
5. Calculer la charge électrique débitée par la pile au bout des 150 minutes de fonctionnement.
6. En déduire la quantité de matière d'électrons débités pendant cette durée.
7. Calculer la variation de masse de l'électrode d'aluminium à chaque électrode pendant cette durée.

Données:  $F = 96500 \text{ C/mol}$  ;  $M(\text{Al}) = 27 \text{ g/mol}$

## **Exercice 3: électrolyse.**

La fabrication industrielle de sodium métallique  $\text{Na}_{(s)}$  s'effectue par électrolyse de chlorure de sodium fondu ( $\text{Na}^+_{(aq)} + \text{Cl}^-_{(aq)}$ ). Chaque cellule d'électrolyse est constituée d'anodes en graphite et de cathodes en acier protégé et contient 8,0 t d'un bain électrolytique constitué à 28% en masse de chlorure de sodium. Chaque cellule produit 800 kg de sodium par jour. L'intensité du courant électrique appliqué est  $I = 50 \text{ kA}$ .

1. Faire un schéma succinct du dispositif.
2. Quelle réaction s'opère à chaque électrode? Qu'y obtient-on?
3. En déduire l'équation-bilan de la réaction d'électrolyse.
4. a) Calculer la charge électrique journalière nécessaire à l'électrolyse.  
b) Calculer la charge électrique théorique nécessaire à la production de 800 kg de sodium métallique.  
c) En déduire le rendement de la cellule d'électrolyse  $\eta = Q_{(th)}/Q_{(exp)}$ .
5. Cette électrolyse permet également de produire du dichlore gazeux. Quelle masse journalière en recueille-t-on?

Données:  $F = 96500 \text{ C/mol}$  ;  $M(\text{Na}) = 23,0 \text{ g/mol}$  ;  $M(\text{Cl}) = 35,5 \text{ g/mol}$

## **Exercice 4: Chute d'une bille**

On enregistre l'expérience de la chute d'une bille dans la glycérine. On obtient le tableau de mesures suivant:

t (s)	0	0,04	0,08	0,12	0,16	0,2	0,24	0,28	0,32	0,36	0,4
v (m/s)	0,00	0,33	0,55	0,70	0,81	0,87	0,92	0,95			

L'équation différentielle du mouvement est:  $dv/dt = a*v + b$  avec  $a = -8,08 \text{ s}^{-1}$  et  $b = 8,24 \text{ m/s}^2$ .

1. Présenter la méthode d'Euler et calculer les dernières vitesses.
2. Construire le graphique  $v = f(t)$ .
3. Déterminer graphiquement la vitesse limite de la bille lors de la chute.