

QCM supplémentaires de la séance 1

Chute mortelle

Les faucons font leurs demeures dans les falaises. Un œuf de masse $m = 52 \text{ g}$ tombe du nid sans vitesse initiale et s'écrase en bas de la falaise avec une vitesse v . Sa chute, purement verticale, dure 4 s pendant lesquelles il parcourt une distance h . Les frottements de l'air sur la coquille de l'œuf sont négligés et on note $g = 9,81 \text{ m s}^{-2}$ l'accélération de la pesanteur.

Question 1 On note ΔE_{tot} la variation d'énergie totale de l'œuf pendant sa chute. Laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) :

- A. La variation d'énergie totale s'exprime en $\text{kg m}^2 \text{s}^{-2}$
- B. La variation d'énergie totale est égale à la différence entre la variation d'énergie cinétique et le travail du poids.
- C. La variation d'énergie totale est égale à la somme des travaux des forces extérieures appliquées sur l'œuf.
- D. $\Delta E_{tot} < 0$
- E. $\Delta E_{tot} > 0$

Question 2 Exprimer l'accélération a de l'œuf lors de sa chute et calculer sa quantité de mouvement p au moment du choc. Laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) :

- A. $a = mg$
- B. $a = g$
- C. $p = 0,5 \text{ kg m s}^{-1}$
- D. $p = 2 \text{ kg m s}^{-1}$
- E. $p = 39 \text{ kg m s}^{-1}$

Question 3 Exprimer la hauteur h du nid. Laquelle des propositions suivantes est exacte :

- A. $h = v^2 / (2g)$
- B. $h = v^2 / (2mg)$
- C. $h = 2v^2 / g$
- D. $h = g / (2mv^2)$
- E. $h = 2g / v^2$

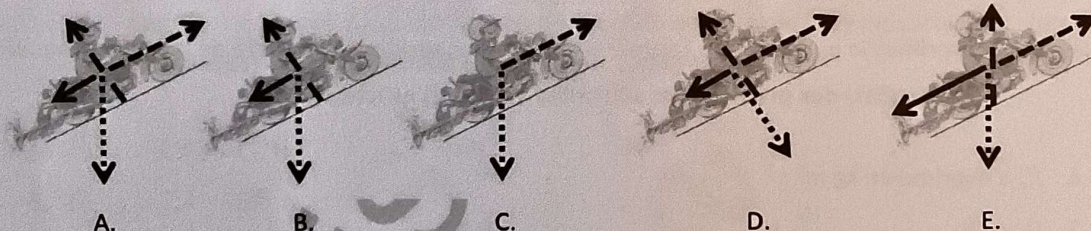
Question 4 Calculer la variation d'énergie potentielle ΔE_{pot} de l'œuf lors de sa chute. Laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) :

- A. $\Delta E_{pot} = -40 \text{ kJ}$
- B. $\Delta E_{pot} = -40 \text{ J}$
- C. $\Delta E_{pot} = 0 \text{ kJ}$
- D. $\Delta E_{pot} = +40 \text{ J}$
- E. $\Delta E_{pot} = +40 \text{ kJ}$

Freestyle motocross

Le freestyle motocross consiste à effectuer, en un temps imparti, un maximum de figures pendant des sauts avec une motocross. Pour décoller, les pilotes utilisent une rampe de longueur totale $L = 10 \text{ m}$ faisant un angle $\alpha = \pi/6 \text{ rad}$ avec l'horizontale. On étudie le mouvement du pilote et de sa moto, de masse totale $m = 250 \text{ kg}$, pendant la montée de la rampe à vitesse constante $v = 54 \text{ km/h}$. On note $g = 9,81 \text{ m s}^{-2}$ l'accélération de la pesanteur et $\mu = 0,52$ le coefficient de frottement cinétique de la rampe. La force de frottements f a pour norme $\mu mg \cos \alpha$.

Question 5 Représenter les vecteurs forces subis par le pilote et sa moto. Laquelle des propositions suivantes est exacte :



Question 6 Pendant la montée de la rampe du pilote et de sa moto, laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) :

- A. La quantité de mouvement diminue pendant la montée à cause de la force de frottement.
- B. La quantité de mouvement augmente pendant la montée à cause de la force de frottement.
- C. Le moteur de la moto est à l'origine d'un travail résistif.
- D. L'action de la rampe sur la moto travaille.
- E. L'énergie potentielle augmente.

Question 7 Calculer la variation $|\Delta E_T|$ de l'énergie totale pendant la montée de la rampe. **Laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) :**

- A. $\Delta E_T = 0$
- B. $\Delta E_T > 0$
- C. $|\Delta E_T| = 12,3 \text{ kJ}$
- D. $|\Delta E_T| = 21,2 \text{ kJ}$
- E. $|\Delta E_T| = 24,5 \text{ kJ}$

Question 8 Calculer le travail $|W_f|$ des forces de frottements pendant la montée de la rampe. **Laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) :**

- A. $W_f < 0$
- B. $W_f > 0$
- C. $|W_f| = 6,4 \text{ kJ}$
- D. $|W_f| = 11 \text{ kJ}$
- E. $|W_f| = 12,8 \text{ kJ}$

Question 9 Exprimer la puissance P_m fournie par le moteur pendant la montée de la rampe. **Laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) :**

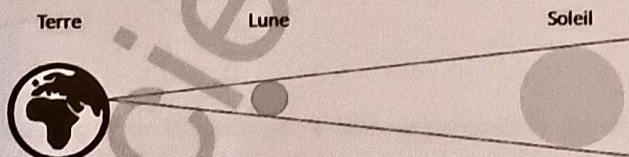
- A. P_m s'exprime en $\text{kg m}^3 \text{s}^{-2}$
- B. $P_m > 0$
- C. $P_m < 0$
- D. $|P_m| = mgv(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)$
- E. $|P_m| = mg(\mu + \tan \alpha)$

Question 10 Après une première série de figures, le pilote repasse sur la rampe à plus grande vitesse. Concernant ce deuxième passage par rapport au premier, laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) :

- A. La puissance fournie par le moteur diminue.
- B. Le travail des forces de frottements est identique.
- C. La variation d'énergie potentielle pendant la montée est plus grande.
- D. L'énergie cinétique est plus petite.
- E. La durée passée sur la rampe diminue.

Terre – Lune – Soleil

La Lune effectue une rotation complète autour de la Terre en 28 jours avec un rayon orbital moyen de $r_{TL} = 380 \times 10^3$ km. Depuis la Terre, son diamètre apparent est identique à celui du Soleil situé à $D_{TS} = 150 \times 10^6$ km de notre planète.



On donne les masses de la Terre $m_T = 6 \times 10^{24}$ kg et de la Lune $m_L = 7 \times 10^{22}$ kg, ainsi que la constante universelle de gravitation $G = 6,7 \times 10^{-11}$ N m² kg⁻².

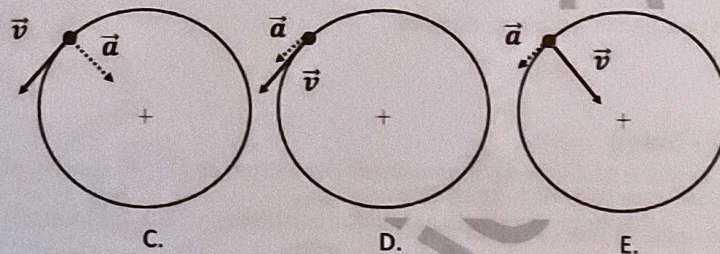
Question 11 Calculer l'intensité $F_{T \rightarrow L}$ de la force d'attraction exercée par la Terre sur la Lune. Laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) :

- A. $F_{T \rightarrow L} = 1,9 \times 10^{20}$ N
- B. $F_{T \rightarrow L} = 7,4 \times 10^{28}$ N
- C. $F_{T \rightarrow L} = 8,6 \times 10^{32}$ N
- D. Elle est plus faible que la force d'attraction exercée par la Lune sur la Terre.
- E. L'origine de l'attraction entre la Terre et la Lune est l'interaction forte.

Question 12 Calculer la vitesse moyenne v_{moy} de la Lune et dessiner son vecteur vitesse $\vec{v}$ et son vecteur accélération $\vec{a}$ en un point de sa trajectoire. Laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) :

A. $v_{\text{moy}} \approx 157 \text{ m/s}$

B. $v_{\text{moy}} \approx 987 \text{ m/s}$



Question 13 Calculer le rayon R_L de la Lune sachant que le Soleil a un diamètre égal à $d_S = 1,4 \times 10^6 \text{ km}$. Laquelle des propositions suivantes est exacte :

A. $R_L = 1,2 \times 10^2 \text{ km}$

B. $R_L = 1,8 \times 10^3 \text{ km}$

C. $R_L = 3,5 \times 10^3 \text{ km}$

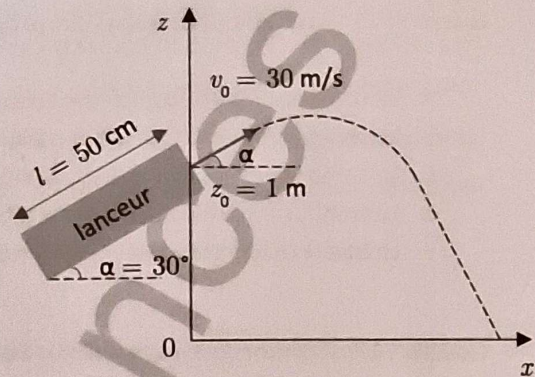
D. $R_L = 2,6 \times 10^4 \text{ km}$

E. $R_L = 5,0 \times 10^4 \text{ km}$

Ball-trap

Le ball-trap est un sport de tir pratiqué aux jeux olympiques. Les participants doivent abattre plusieurs plateaux d'argile, éjectés sous différents angles par des lanceurs. Les plateaux mesurent $d = 11$ cm de diamètre, pèsent $m = 100$ g, et leur trajectoire est représentée sur le schéma ci-contre. Dans le lanceur, les plateaux passent d'une vitesse nulle à une vitesse v_0 à la sortie du lanceur en $\Delta t = 0,2$ s en formant l'angle α avec l'horizontale. On néglige les frottements dans le lanceur et dans l'air. On prend comme origine des temps le moment où le plateau est lancé à la vitesse v_0 .

On donne $g = 9,81 \text{ m s}^{-2}$.



Question 14 Exprimer la norme F de la force de propulsion exercée par le lanceur pendant la phase d'éjection du plateau. Laquelle des propositions suivantes est exacte :

- A. $F = v_0^2 / (2l) + g \sin \alpha$
- B. $F = v_0^2 / (2l) - g \cos \alpha$
- C. $F = m \left(v_0^2 / (2l) + g \sin \alpha \right)$
- D. $F = m \left(v_0^2 / (2l) + g \cos \alpha \right)$
- E. $F = m \left(v_0^2 / (2l) - g \sin \alpha \right)$

Question 15 Exprimer et calculer la puissance Π développée par le lanceur pendant la phase d'éjection du plateau. Laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) :

- A. $\Pi = m \left(v_0^2 / 2 + gl \sin \alpha \right) / \Delta t$
- B. $\Pi = m \Delta t \left(v_0^2 / (2l) + g \sin \alpha \right)$
- C. $\Pi = 4 \text{ W}$
- D. $\Pi = 92 \text{ W}$
- E. $\Pi = 226 \text{ W}$

On s'intéresse maintenant à la trajectoire du plateau hors du lanceur.

Question 16 Laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) :

- A. La composante horizontale de l'accélération du plateau diminue tout au long du mouvement.
- B. La composante verticale de l'accélération du plateau est constante tout au long du mouvement.
- C. La composante horizontale de la vitesse du plateau est constante tout au long du mouvement.
- D. La composante horizontale de la vitesse du plateau augmente tout au long du mouvement.
- E. La quantité de mouvement est constante tout au long du mouvement.

Question 17 Exprimer les composantes horizontale $\frac{dx}{dt}$ et verticale $\frac{dz}{dt}$ de la vitesse du plateau dans l'air en fonction du temps. Laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) :

- A. $\frac{dx}{dt} = v_0 \cos \alpha$
- B. $\frac{dx}{dt} = v_0 \sin \alpha$
- C. $\frac{dz}{dt} = gt + v_0 \sin \alpha$
- D. $\frac{dz}{dt} = -gt + v_0 \sin \alpha$
- E. $\frac{dz}{dt} = -gt + v_0 \cos \alpha$

Question 18 Exprimer l'abscisse et l'ordonnée du plateau pendant son mouvement dans l'air. Laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) :

- A. $x = v_0 t \sin \alpha$
- B. $x = v_0 t \cos \alpha$
- C. $z = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0 t \sin \alpha + z_0$
- D. $z = \frac{1}{2}gt^2 + v_0 t \cos \alpha + z_0$
- E. $z = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0 t \cos \alpha$

Flexion plantaire

Le rôle principal du triceps sural consiste en l'extension du pied. Sans ce muscle, la flexion plantaire est impossible, tout comme le fait de se mettre sur la pointe des pieds. Le triceps sural est modélisé par un ressort, de constante de raideur $k = 140 \text{ N m}^{-1}$. On note $L_0 = 40 \text{ cm}$ la longueur à vide du ressort.

Lors de la contraction, la longueur du ressort est réduite à $L = 37 \text{ cm}$. On note g l'accélération de la pesanteur. La force de rappel d'un ressort dérive d'une énergie potentielle élastique

$$E_{el}(x) = \frac{1}{2} k(x - x_R)^2 \text{ où } x \text{ la longueur du ressort et } x_R \text{ sa longueur au repos.}$$

Question 19 Calculer l'énergie E dépensée lors de la contraction du triceps sural. **Laquelle des propositions suivantes est exacte :**

- A. $E = 2,1 \text{ J}$
- B. $E = 210 \text{ J}$
- C. $E = 9,6 \text{ J}$
- D. $E = 63 \text{ mJ}$
- E. $E = 630 \text{ J}$

Question 20 Une portion de 100 g de fraises apporte 33 kcal ($1 \text{ cal} = 4,19 \text{ J}$). Calculer le nombre N de contractions à effectuer pour éliminer cette portion de fraises. **Laquelle des propositions suivantes est exacte :**

- A. $N = 3,3 \cdot 10^4$
- B. $N = 10^5$
- C. $N = 5,3 \cdot 10^5$
- D. $N = 2,2 \cdot 10^6$
- E. $N = 4,4 \cdot 10^6$

Linac à protons

Le linac à protons est un accélérateur linéaire de protons. Il est constitué de deux plaques de densité surfacique de charge $-\sigma$ et $+\sigma = 9,5 \times 10^{-7} \text{ C m}^{-2}$ percées en leur centre par une fine conduite sous vide. Les dimensions de la conduite sont très petites par rapport aux dimensions des plaques espacées d'une distance $d = 2 \text{ cm}$, assimilables à un condensateur plan. Un proton, de charge électrique $q = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$, est envoyé dans la conduite et se déplace de la plaque $+\sigma$ à la plaque $-\sigma$ avec une vitesse initiale $v_0 = 520 \text{ m s}^{-1}$. Sa masse $m = 1,6 \times 10^{-27} \text{ kg}$ est suffisamment faible pour négliger l'effet de la pesanteur. On donne $\epsilon_0 = 9 \times 10^{-12} \text{ F m}^{-1}$ la permittivité diélectrique du vide.

Question 21 Calculer le travail W reçu par le proton lors de son passage dans le linac. Laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) :

- A. $W = \frac{qd\epsilon_0}{\sigma}$
- B. $W = \frac{qd\sigma}{\epsilon_0}$
- C. $W = \frac{q\sigma}{d\epsilon_0}$
- D. $W = 3,4 \times 10^{-16} \text{ J}$
- E. $W = 8,4 \times 10^{-13} \text{ J}$

Question 22 Calculer la vitesse v du proton en sortie du linac. Laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) :

- A. La particule est déviée de sa trajectoire dans le linac.
- B. La particule a un mouvement rectiligne accéléré dans le linac.
- C. $v = 10^5 \text{ m/s}$
- D. $v = 4,6 \times 10^5 \text{ m/s}$
- E. $v = 6,5 \times 10^5 \text{ m/s}$

Question 23 En sortie du linac, le proton est envoyé sur une particule de charge $+3q$ immobile située à une distance $r_i = 1,5$ cm de la sortie du linac. Exprimer l'énergie potentielle du proton en fonction de r la distance entre les particules. **Laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) :**

A. $E_p = \frac{3q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$

B. $E_p = \frac{3q^2}{4\pi\epsilon_0 r}$

C. $E_p = \frac{3q^2}{4\pi\epsilon_0 r^2}$

D. Les deux particules se repoussent.

E. Les deux particules s'attirent.

Question 24 Exprimer la distance minimale r_m entre les deux particules, assimilables à des sphères de rayon $r_p = 0,8 \times 10^{-15}$ m pour le proton et $r_c = 1,5 \times 10^{-15}$ m pour la charge $+3q$. **Laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) :**

A. $r_m = \left[mv^2 \times \frac{3q^2}{2\pi\epsilon_0} + \frac{1}{r_i} \right]^{-1}$

B. $r_m = \left[mv^2 \times \frac{2\pi\epsilon_0}{3q^2} + \frac{1}{r_i} \right]^{-1}$

C. $r_m = \left[mv^2 + \frac{2\pi\epsilon_0}{3q^2} + \frac{1}{r_i} \right]^{-1}$

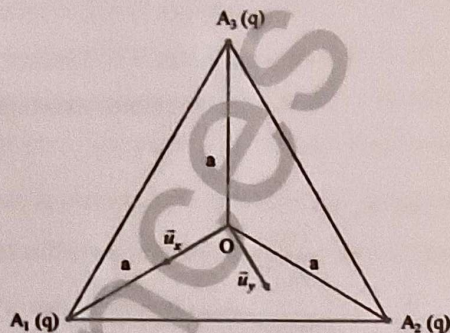
D. La vitesse du proton en sortie du linac est insuffisante pour créer la collision.

E. Les deux particules entrent en collision.

Espèce chargée triangulaire

On modélise une espèce macromoléculaire chargée de la manière suivante : la charge totale de l'espèce vaut $3q$ avec $q > 0$; cette charge est équitablement répartie en 3 points A_1 , A_2 et A_3 qui forment un triangle équilatéral. La figure ci-contre est une vue dans le plan $(O; \vec{u}_x; \vec{u}_y)$.

On choisit un repère cartésien $(O; \vec{u}_x; \vec{u}_y; \vec{u}_z)$ de tel sorte que l'origine O coïncide avec le barycentre du triangle $A_1A_2A_3$ dans le plan $(O; \vec{u}_x; \vec{u}_y)$ et que $\overrightarrow{OA_1} = a\vec{u}_x$ avec $a > 0$.



On rappelle que $\overrightarrow{OA_1} + \overrightarrow{OA_2} + \overrightarrow{OA_3} = \vec{0}$.

On considérera que l'espèce triangulaire est placée dans le vide et que le potentiel électrique à l'infini est nul. On note $K = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$.

À titre de rappel, on donne le potentiel et le champ électrique en un point M créé par une charge Q placée en un point A : $V(M) = K \frac{Q}{AM}$ et $\vec{E}(M) = K \frac{Q}{AM^2} \vec{u}_{AM} = K \frac{Q}{AM^3} \overrightarrow{AM}$.

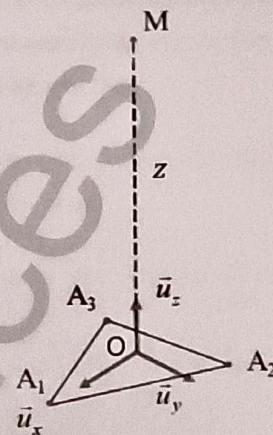
Question 25 Déterminer l'expression du champ électrique $\vec{E}_0 = \vec{E}(O)$ créé par l'espèce triangulaire au point O . Laquelle des propositions suivantes est exacte :

- A. $\vec{E}_0 = \frac{3Kq}{a} \vec{u}_x$
- B. $\vec{E}_0 = -\frac{3Kq}{a} \vec{u}_x$
- C. $\vec{E}_0 = \vec{0}$
- D. $\vec{E}_0 = -Kq \frac{\sqrt{3}}{a} \vec{u}_x$
- E. $\vec{E}_0 = Kq \frac{3\sqrt{3}}{a} \vec{u}_z$

Question 26 Donner l'expression du potentiel électrique $V_0 = V(O)$ créé par l'espèce triangulaire au point O . Laquelle des propositions suivantes est exacte :

- A. $V_0 = 0$
- B. $V_0 = Kq \frac{\sqrt{3}}{a}$
- C. $V_0 = \frac{3Kq}{a}$
- D. $V_0 = Kq \frac{3\sqrt{3}}{a}$
- E. $V_0 = -Kq \frac{\sqrt{3}}{a}$

On place maintenant un ion supposé ponctuel de charge q' au point M tel que $\vec{OM} = z\vec{u}_z$ selon la figure ci-contre.



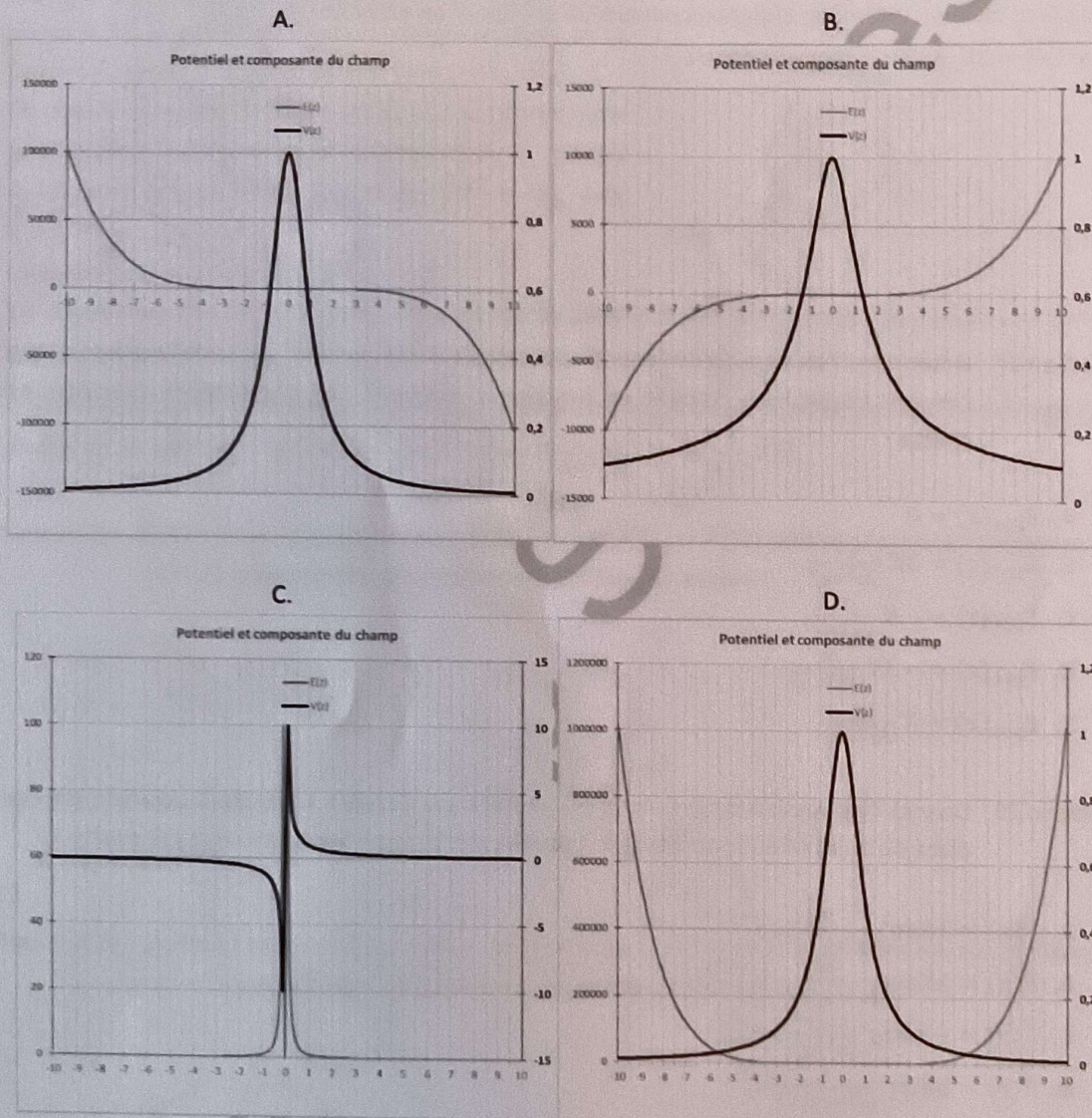
Question 27 Déterminer l'expression de l'énergie potentielle d'interaction $E_{pot}(z)$ de la charge q' avec l'espèce triangulaire chargée en fonction z . Laquelle des propositions suivantes est exacte :

- A. $E_{pot}(z) = 0$
- B. $E_{pot}(z) = 3K \frac{qq'}{\sqrt{a^2+z^2}}$
- C. $E_{pot}(z) = -K \frac{qq'}{\sqrt{a^2+z^2}}$
- D. $E_{pot}(z) = -3K \frac{qq'}{\sqrt{a^2+z^2}}$
- E. $E_{pot}(z) = K \frac{qq'}{\sqrt{a^2+z^2}}$

Question 28 Donner l'expression de la force $\vec{F}(z)$ exercée par l'espèce triangulaire chargée sur l'ion placé au point M en fonction de z . Laquelle des propositions suivantes est exacte :

- A. $\vec{F}(z) = 3Kqq' \frac{z}{(a^2+z^2)^{1/2}} \vec{u}_z$
- B. $\vec{F}(z) = 3Kqq' \frac{a}{(a^2+z^2)^{1/2}} \vec{u}_z$
- C. $\vec{F}(z) = -3Kqq' \frac{z}{(a^2+z^2)^{3/2}} \vec{u}_z$
- D. $\vec{F}(z) = 3Kqq' \frac{z}{(a^2+z^2)^{3/2}} \vec{u}_z$
- E. $\vec{F}(z) = -3Kqq' \frac{z}{(a^2+z^2)^{1/2}} \vec{u}_z$

Question 29 Concernant le graphique qui peut correspondre aux allures du potentiel et de la composante du champ électriques en fonction de $\frac{z}{a}$, laquelle des propositions suivantes est exacte :



E. Les 4 graphiques proposés sont impossibles.

On place un anion ponctuel de masse m et de charge q' ($q' < 0$) sans vitesse initiale au point A_4 tel $A_1A_2A_3A_4$ soit un tétraèdre régulier. On admet que cela correspond à $\overrightarrow{OA_4} = a\sqrt{3}\vec{u}_z$ et que la force électrique est la seule force subie par l'anion (poids et frottements négligeables).

Question 30 Concernant le devenir de cet anion en considérant fixe l'espèce triangulaire chargée, laquelle des propositions suivantes est exacte :

A. L'anion va s'éloigner de l'espèce triangulaire chargée et atteindre une vitesse limite

$$v_{\infty} = \sqrt{\frac{-6Kqq'}{ma}}$$

B. L'anion va finir par se retrouver immobile au point O.

C. L'anion va osciller autour du point O avec une vitesse maximale $v_{max} = \sqrt{\frac{6Kqq'}{ma}}$

D. L'anion va osciller autour du point O avec une vitesse maximale $v_{max} = \sqrt{\frac{-3Kqq'}{ma}}$

E. Aucune de ces réponses n'est exacte.