

CALCULATRICE AUTORISÉE (paramétrée en degrés et non en radians)
La notation tient compte du nombre de chiffres significatifs

PHYSIQUE

20 points

Donnée : intensité de la pesanteur : $g = 10 \text{ m.s}^{-1}$.

Physique 1: Eboulement rocheux (5 points)

Un bloc de rocher, de masse $m = 150 \text{ kg}$, se détache d'une falaise. A 20 m du sol, sa vitesse est égale à 14 m.s^{-1} .

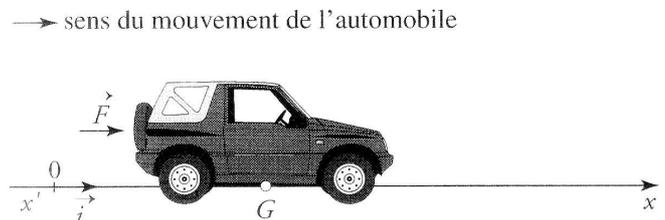
- 1°) Donner l'expression de l'énergie potentielle de pesanteur du rocher pour une altitude z quelconque. Calculer l'énergie potentielle de pesanteur du rocher à 20 m du sol puis lorsqu'il atteint le sol.
- 2°) Donner l'expression de l'énergie cinétique du rocher pour une vitesse v quelconque. Calculer l'énergie cinétique du rocher à 20 m du sol.
- 3°) On considère que le rocher est en chute libre. Quelle propriété caractérise l'énergie mécanique du marteau (somme de l'énergie cinétique et de l'énergie potentielle) dans ces conditions ?
- 4°) En déduire la vitesse du rocher à l'instant de l'impact sur le sol.

Physique 2: Mouvement d'une automobile (8,5 point)

A/ Une automobile de masse $m = 1,20 \text{ t}$ démarre, sans vitesse initiale sur une route rectiligne horizontale. La phase de démarrage est une phase d'accélération pendant laquelle aucune force ne s'oppose à l'avancement, alors que le moteur exerce une force constante, de valeur F , parallèle au déplacement.

On se propose d'étudier le mouvement du centre d'inertie G de l'automobile.

A la date $t = 0$, instant du démarrage, G se trouve à l'origine de l'axe avec une vitesse nulle.



1°) Faire le bilan des forces extérieures s'exerçant sur la voiture. En donner une représentation au point G , centre d'inertie de la voiture à un instant quelconque.

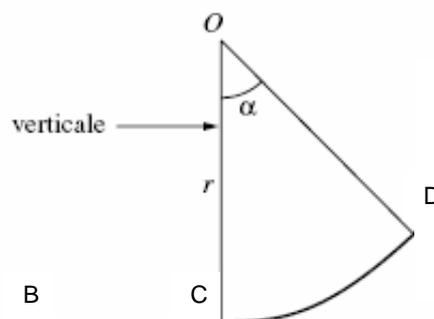
2°) L'automobile atteint la vitesse $v_B = 60 \text{ km.h}^{-1}$ après un parcours de $AB = 600 \text{ m}$. Après avoir appliqué le théorème de l'énergie cinétique à l'automobile, déterminer la valeur de la force F .

B/ Après avoir effectué un parcours au cours duquel la voiture a atteint la vitesse de 60 km.h^{-1} , la voiture est libérée de l'action de poussée au point B. Elle arrive alors sur une portion de route schématisée ci-contre (le dessin n'est pas à l'échelle).

$$r = 100 \text{ m}$$

$$\alpha = 15^\circ$$

Dans toute cette partie, les frottements sont négligés.



3°) L'automobile arrive en C. Justifier, sans calculs, que la vitesse $v_C = 60 \text{ km.h}^{-1}$.

4°) Exprimer z_D en fonction de r et de α . Puis, en appliquant le théorème de l'énergie cinétique au véhicule sur le tronçon CD, établir l'expression de la vitesse v_D en fonction de v_C , r , g et α . Calculer numériquement v_D .

Physique 3: Transfert thermique (6,5 points)

Le texte suivant est extrait d'un ouvrage d'Hervé This : "Les secrets de la casserole".

Des boules de billard dans les casseroles

La conduction, tout d'abord, est le phénomène qui agit quand on chauffe un solide : une cuillère en métal laissée dans un liquide bouillant vous brûle les doigts. De même, la chaleur communiquée par un four à la surface d'un rôti, par exemple, se transmet progressivement aux molécules de l'intérieur. En effet, les molécules superficielles, agitées par la chaleur, heurtent les molécules situées plus à l'intérieur et, ainsi, leur transmettent leur **énergie***. Celles-ci, en heurtant des molécules encore plus à l'intérieur, y font passer l'agitation, donc la chaleur.

La chaleur, c'est l'agitation des molécules. Les aliments sont comme des tas de boules de billard : si vous agitez les boules du bord, elles transmettront leur agitation aux boules adjacentes plus au centre du tas, qui transmettront ensuite leur **énergie*** aux boules encore plus à l'intérieur du tas, etc. C'est le phénomène de chauffage par conduction.

Convection

La convection, d'autre part, accélère cette transmission de chaleur dans les liquides : quand on chauffe une casserole d'eau par le fond, c'est l'eau du fond qui est d'abord chauffée, par contact avec le fond, lui-même au contact du fourneau. La chaleur se transmet naturellement par conduction, mais en outre, l'eau chaude du fond, plus légère que l'eau froide qui se trouve au-dessus d'elle, monte et est remplacée par de l'eau froide, qui est alors chauffée, etc. Des courants de liquide, nommés courant de convection, circulent dans le liquide et répartissent rapidement la chaleur. [...]

La lumière qui cuit

Le troisième mode de chauffage est le chauffage par rayonnement, qui nous donne chaud au ventre, mais froid au dos quand nous sommes face au feu. Ce chauffage par rayonnement est le principe du rôtiage des viandes : un feu ou un grill émet des rayonnements analogues à la lumière, mais invisibles : les rayonnements infrarouges. Ceux-ci, comme la lumière, se propagent en ligne droite et sont arrêtés par les corps opaques. Leur énergie, quand ils sont absorbés par de la viande, chauffe et cuit cette dernière.

- 1°) Si on considère un système constitué de molécules, à quel type d'énergie du système est-il fait allusion lignes 4 et 8 du premier paragraphe ?
- 2°) Quel est le type de transfert thermique s'effectuant sans transport de matière ? Résumer son interprétation microscopique.
- 3°) Quel est le type de transfert thermique s'effectuant avec transport de matière ?
- 4°) Le transfert d'énergie par rayonnement peut-il s'effectuer dans le vide ? Justifier par un exemple.
- 5°) Dans quel sens s'effectue un transfert thermique ?
- 6°) Une cafetière est sensée chauffer de l'eau de 20 °C jusque 60 °C grâce à une résistance chauffante. On verse 1,0 L d'eau dans la cafetière. On note Q la chaleur échangée par le système constitué par l'eau dans la cafetière.
 - a - Quel est le signe de Q? Justifier.
 - b - Quelle est la chaleur échangée par l'eau pendant le chauffage ?

On rappelle que $Q = m \times C_{\text{eau}} \times (T_{\text{finale}} - T_{\text{initiale}})$ avec $C_{\text{eau}} = 4180 \text{ J/kg} \cdot ^\circ\text{C}$ la capacité thermique massique

Chimie 1: Réactions d'oxydoréduction (6,5 points)

- 1°) Donner la définition d'un oxydant et d'un réducteur.
- 2°) Ecrire l'équation de la réaction d'oxydoréduction entre les espèces chimiques ci-dessous (on donnera les demi-équations d'oxydoréduction, et pour l'équation de la réaction d'oxydoréduction, on repèrera et on nommera l'oxydant et le réducteur) :
- a - $\text{Ag}^+(\text{aq})$ et $\text{Pb}(\text{s})$
 - b - $\text{I}_2(\text{aq})$ et $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq})$
 - c - $\text{MnO}_4^-(\text{aq})$ et $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$
- 3°) L'élément iode appartient à la famille des halogènes. Dans quelle colonne du tableau périodique trouve-t-on cette famille chimique ? Expliquer alors l'origine du caractère oxydant ou réducteur de l'élément iode.

Données :

Couples oxydant/réducteur : $\text{Ag}^+(\text{aq})/\text{Ag}(\text{s})$; $\text{Pb}^{2+}(\text{aq})/\text{Pb}(\text{s})$; $\text{I}_2(\text{aq})/\text{I}^-(\text{aq})$; $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}(\text{aq})/\text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq})$; $\text{MnO}_4^-(\text{aq})/\text{Mn}^{2+}(\text{aq})$; $\text{Fe}^{3+}(\text{aq})/\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$

Chimie 2: Intoxication à la procaine (8,5 points)

La procaine (principe actif de la Novocaïne) est une base organique. C'est un anesthésiant local. Quelquefois, à la suite d'une ingestion d'une trop forte dose, le sujet peut présenter quelques signes d'intoxication (logorrhée, acouphène, vertiges...). Ces symptômes précèdent la crise convulsive généralisée. L'élimination urinaire est augmentée lorsque la procaine est sous forme ionisée. Ainsi, par administration d'une solution aqueuse de chlorure d'ammonium par exemple, l'excrétion urinaire est favorisée.

- 1°)
- a - On note la formule brute de la procaine RNH_2 . Donner la formule de l'acide conjugué de cette molécule.
 - b - Écrire la demi équation acido basique correspondante.
- 2°)
- a - L'ion ammonium NH_4^+ est il une base ou un acide ? Justifier.
 - b - Ecrire la demi équation acido basique correspondante.
- 3°) Ecrire la réaction entre la procaine et l'ion ammonium.
- 4°) Expliquer alors pourquoi l'absorption de NH_4^+ permet l'élimination de l'anesthésique.
- 5°) On désire éliminer une dose de 200 mg de procaine grâce au procédé décrit en administrant une solution de chlorure d'ammonium à 1% (cela signifie que la masse de soluté dans 100 mL de solution est de 1,0 g).
- a - Déterminer la concentration C en soluté de la solution de chlorure d'ammonium.
 - b - Ecrire l'équation de dissolution du chlorure d'ammonium dans l'eau. En déduire la concentration ionique en ion ammonium dans la solution.
 - c - Déterminer la quantité de matière d'ion ammonium minimale à apporter. Quel est le volume de solution correspondant ? (Vous pouvez vous aider d'un tableau d'avancement)

Données :

Masses molaires ($\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$) : H (1,0) ; N (14,0) ; Cl (35,5) ; procaine (236)