

Exercices de physique niveau Terminale

MECANIQUE

CINEMATIQUE

A- Paramètres cinématiques

Exercice 1 :

Un mobile est animé d'un mouvement curviligne dans un repère orthonormé $(O; \vec{i}; \vec{j})$. Le vecteur accélération instantanée est $\vec{a} = -10\vec{j}$. À la date $t = 0$ les vecteurs vitesse et position s'écrivent : $\vec{V}_0 = 2\vec{i} + 5\vec{j}$; $\vec{OM}_0 = 2\vec{j}$.

- 1- Donner les coordonnées du vecteur vitesse instantanée.
- 2- Donner l'expression du vecteur position à une date t . En déduire l'équation cartésienne de la trajectoire.

Exercice 2 :

Dans un repère $(O, \vec{i}, \vec{j})$ une particule est animée d'un mouvement curviligne avec un vecteur accélération constant $\vec{a} = 4\vec{j}$.

- 1-) Par intégration du vecteur accélération, exprimer le vecteur vitesse de la particule en fonction du temps sachant qu'à l'instant initial $\vec{V}_0 = 2\vec{i}$.
- 2-) Par intégration du vecteur vitesse, exprimer le vecteur position $\vec{OM}$ de la particule en fonction du temps sachant qu'à l'instant initial $\vec{OM}_0 = 3\vec{j}$.
- 3-) Exprimer les équations horaires du mouvement : $t \rightarrow x(t)$ et $t \rightarrow y(t)$.
- 4-) Donner l'équation cartésienne de la trajectoire : $x \rightarrow y(x)$.

Réponses numériques: 3-) $x = 2t$; $y = 2t^2 + 3$. 4-) $y = \frac{1}{2}x^2 + 3$.

Exercice 3 :

Les coordonnées du vecteur position d'un point mobile M, dans un repère cartésien $(O; \vec{i}; \vec{j}; \vec{k})$ à chaque instant t sont :

$$\vec{OM}: \begin{cases} x(t) = t^2 - 2t + 1 \\ y(t) = 2t^2 - 4t + 4 \\ z(t) = 0 \end{cases} \quad \text{avec } t \geq 0$$

- 1- Déterminer les coordonnées des points M_0 , M_1 , M_2 du mobile respectivement aux instants $t_0 = 0$, $t_1 = 1$ s et $t_2 = 2$ s.
- 2- Déterminer les coordonnées du vecteur vitesse à chaque instant t puis aux instants t_0 , t_1 et t_2 .
- 3- Calculer la valeur de chaque vitesse à un instant connu.
- 4- Établir l'équation de la trajectoire du mobile et donner sa nature.

Exercice 4 :

Les coordonnées d'un point M dans un repère orthonormé $(O; \vec{i}; \vec{j})$, sont données à chaque instant par la relation :

$$\begin{cases} x = -0,5t^2 + t \\ y = t^2 - 2t + 3 \end{cases} \quad \text{avec } 0 < t < 3s$$

- 1- Déterminer les positions du point M à l'instant $t = 1$ s.
- 2- Déterminer l'équation cartésienne de la trajectoire et donner sa nature.
- 3- Déterminer le vecteur vitesse et le vecteur accélération à tout instant.
- 4- Entre quels instants le mouvement est-il accéléré ? Retardé ?

Exercice 5 :

Le vecteur position d'un point mobile M se déplaçant dans un plan muni d'un repère orthonormé

$$(O; \vec{i}; \vec{j}) \text{ est } \vec{OM}: \begin{cases} x = 2t \\ y = 2t^2 - 5t \\ z = 3 \end{cases}$$

- 1- Montrer que le mobile se déplace dans un plan que l'on précisera.

Exercices de physique niveau Terminale

- 2- À quelle date le mobile passe-t-il par le point d'abscisse $x = 10m$. Calculer la vitesse à cette date.
- 3- Donner la nature de la trajectoire.
- 4- Calculer la vitesse moyenne puis l'accélération moyenne entre les dates $t_1 = 2s$ et $t_2 = 6s$.
- 5- À l'instant initial, le mobile se trouve à son point de départ. En combien de temps parcourt-il la distance $d = 5m$?

Exercice 6 :

Les équations horaires d'un mobile se déplaçant dans un plan muni d'un repère orthonormé $(O; \vec{i}; \vec{j})$

sont :

$$\begin{cases} x = t^2 - 2 \\ y = 2t^2 - 2 \end{cases}$$

Le mobile est mis en mouvement à la date $t = 0$.

- 1- Déterminer l'équation cartésienne de la trajectoire. En déduire la nature de la trajectoire.
- 2- Déterminer l'expression de l'abscisse curviligne S du mobile à un instant t quelconque en prenant comme origine des abscisses curvilignes la position du mobile au début du mouvement.
- 3- Calculer le trajet parcouru par le mobile après 10 s.

Exercice 7:

Dans un repère $(O, \vec{i}, \vec{j})$ d'axe Ox horizontal et d'axe Oy vertical descendant, la position d'un point mobile animé d'un mouvement curviligne de chute libre est donnée par les équations horaires suivantes :

$$\begin{cases} x(t) = 3t + 2 \\ y(t) = 4,9t^2 \end{cases}$$

1. Exprimer dans la base $(\vec{i}, \vec{j})$ les vecteurs position et vitesse du point M.
2. Montrer que le vecteur accélération $\vec{a}$ est constant. Calculer le module de $\vec{a}$.
3. Déterminer les vecteurs position $\vec{OM}_0$ et $\vec{v}_0$ à l'instant initial.
4. Montrer que, pour un tel mouvement (vecteur accélération constant), le vecteur position est de la forme : $\vec{OM} = \frac{1}{2}t^2\vec{a} + t\vec{v}_0 + \vec{OM}_0$

Réponses numériques: 1-) $\vec{OM} = (3t + 2)\vec{i} + 4,9t^2\vec{j}$. 2-) $\vec{a} = 9,8\vec{j}$.

3-) $\vec{OM}_0 = 2\vec{i}$; $\vec{v}_0 = 3\vec{i}$. 4-) $\vec{OM} = 4,9t^2\vec{j} + (3t + 2)\vec{i}$.

Exercice 8 :

Dans le plan d'un repère orthonormé $(O; \vec{i}; \vec{j})$, les coordonnées d'un point mobile M sont :

$$\begin{cases} x(t) = 3t \\ y(t) = \sqrt{9(1 - t^2)} \end{cases} \quad \text{avec } t(\text{en s}); x \text{ et } y (\text{en m})$$

- 1- Déterminer les positions du point mobile aux instants de date $t_1 = 0, t_2 = 0,5s$ et $t_3 = 1s$.
- 2- Écrire l'équation cartésienne de la trajectoire et donner sa nature.
- 3- Déterminer les coordonnées du vecteur vitesse instantanée et sa valeur instantanée.
- 4- Déterminer les composantes normale et tangentielle du vecteur accélération.
- 5- Calculer la valeur du vecteur accélération à $t = 0$.

Exercice 9 :

Les équations horaires d'un point M sont données ci-dessous :

$$\begin{cases} x = 1 + \sin(2\pi t) \\ y = -2 - 3 \cos(4\pi t) \end{cases} \quad x \text{ et } y \text{ en mètre; } t \text{ en secondes.}$$

- 1- Donner l'équation de la trajectoire du mobile.
- 2- Représenter cette trajectoire.
- 3- Trouver à la date $t = 0,5s$ les coordonnées des vecteurs vitesse et accélération.

Exercice 10 :

La position d'un mobile ponctuel est :

Exercices de physique niveau Terminale

$$\begin{cases} x(t) = 2\left(\frac{1}{2} + \cos t\right) \\ y(t) = 2 \sin t \end{cases}$$

1. Donner l'équation de la trajectoire et la caractériser.
2. Calculer $\vec{v}$; v ; $\vec{a}$; a ; a_T et a_N . Caractériser alors le mouvement.
3. Représenter la trajectoire et préciser le sens de parcours du mobile (on représentera $\vec{v}$).
4. Calculer la période et la vitesse angulaire du mouvement.

Réponses numériques: 1-) $(x - 1)^2 + y^2 = 4$; 2-) $v = 2 \text{ m/s}$; $a_t = 0$;
 $a_N = 2 \text{ m/s}^2$. 4-) $6,3\text{s}$; $1,0\text{rad/s}$.

Exercice 11 :

Un poisson rouge se promène dans son bocal. Le mouvement de son centre d'inertie M dans un

repère orthonormal $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ est décrit par les équations paramétriques suivantes :
$$\begin{cases} x = R \cos(\omega t) \\ y = R \sin(\omega t) \\ z = 0 \end{cases}$$

1. Etablir l'équation paramétrique de la trajectoire du centre d'inertie du poisson et préciser sa nature.
2. Déterminer le vecteur vitesse correspondant (cartésienne). Calculer sa norme. Quelle caractéristique le mouvement présente-t-il et que représente la constante ω ?
3. Etablir une relation simple entre les vecteurs, position $\vec{OM}$ et accélération $\vec{a}$ (toujours en cartésienne).

B- Mouvements rectilignes

Exercice 1 :

- 1- Le vecteur vitesse instantanée d'un point mobile dans un d'espace $(O; \vec{i})$ est $\vec{V} = -3\vec{i}$.
 - a- Justifier le mouvement est rectiligne uniforme.
 - b- Sachant qu'à l'instant $t = 2 \text{ s}$, il passe à l'origine des espaces, établir l'équation horaire du mouvement.
 - c- Calculer la distance parcourue par le point mobile entre l'origine des temps et l'instant $t = 2 \text{ s}$.
- 2- Un point mobile animé d'un mouvement rectiligne uniformément retardé. Son vecteur accélération est $\vec{a} = 2\vec{i}$; A l'instant $t = 0$, il est au point d'abscisse $(+4)$ et la valeur de sa vitesse est 4 m/s .
 - a- Donner l'équation horaire du mouvement du point mobile.
 - b- Déterminer à quelle date passe le point mobile par le point O origine des espaces.

Exercice 2 :

À la date $t = 0$, un mobile M est en un point des coordonnées $x_0 = 4 \text{ m}$; $y_0 = -1 \text{ m}$. Il est animé d'un mouvement rectiligne uniforme dans un plan muni d'un repère $(O; \vec{i}, \vec{j})$. Les coordonnées du vecteur

vitesse sont :
$$\vec{V} : \begin{cases} V_x = 2 \text{ m/s} \\ V_y = -3 \text{ m/s} \end{cases}$$

- a- Calculer la vitesse du mobile.
- b- Donner les équations paramétriques du mouvement.
- c- Donner l'équation cartésienne de la trajectoire.

Exercice 3 :

Un mobile se déplace sur une trajectoire rectiligne. L'expression de l'accélération du mouvement en fonction du temps est : $a_x = -3t$.

Sachant qu'à la date $t = 1 \text{ s}$, la vitesse de ce mobile est $+1 \text{ m/s}$ et son abscisse $+4 \text{ m}$, écrire l'équation du mouvement $x = f(t)$.

Exercice 4 :

Soit $\vec{OM} = X\vec{i}$ le vecteur position d'un point mobile M animé d'un mouvement rectiligne d'équation horaire : $t \rightarrow X(t) = -5t^2 + 30t + 10, t \geq 0$.

Exercices de physique niveau Terminale

1. Déterminer les vecteurs vitesse $\vec{V}$ et accélération $\vec{a}$ du point mobile. Quelle est la nature du mouvement ? Préciser les valeurs de l'accélération, de la vitesse et de l'abscisse de M à l'instant initial.
2. Etudier la variation de la vitesse V en fonction du temps t. A quelle date le mouvement de M change-t-il de sens ? Entre quels instants ce mouvement est-il accéléré ? retardé ?
3. Représenter graphiquement la fonction $t \rightarrow X(t)$.
Déterminer sur ce graphique l'instant où le vecteur vitesse $\vec{V}$ s'annule et change de sens. Quelle est alors l'abscisse de M ?
4. Exprimer la vitesse V en fonction de l'abscisse X.
Retrouver à partir de cette relation l'abscisse correspondant au changement de sens du mouvement.

Réponses numériques : 1-) $V = -10t + 30$; $\vec{a} = -10\vec{i}$; $V_0 = 30 \text{ m.s}^{-1}$.
2-) $t > 3 \text{ s}$ accéléré. 3-) $X=55\text{m}$. 4-) $V^2 = V_0^2 + 2a(X - X_0)$.

Exercice 5 :

Un petit grain est abandonné sans vitesse et tombe. Dans le repère d'axe Ox verticalement dirigé vers le haut sur sa trajectoire, l'abscisse de la position du grain, l'abscisse de la position du grain est donné par $X = -5t^2 + 2$ (en m).

1. Où est le grain à la date $t = 0$?
2. Exprimer sa vitesse V_x en fonction du temps t .
3. Quelles sont les abscisses X_1 et X_2 des positions A_1 et A_2 du grain aux dates $t_1 = 0,1 \text{ s}$ et $t_2 = 0,2 \text{ s}$? Calculer les vitesses V_1 et V_2 du grain à ces deux dates.
4. Quelle est sa vitesse moyenne pendant la durée $t_2 - t_1$?

Réponses numérique: $X_1 = 1,95 \text{ m}$; $X_2 = 1,8 \text{ m}$; $V_{1x} = -1 \text{ m/s}$; $V_{2x} = -2 \text{ m/s}$; $V_{\text{moy}} = -1,5 \text{ m/s}$.

Exercice 6 :

Deux navires se trouvent sur le même méridien, A étant au nord de B à une distance d_0 . A se dirige vers l'Est à la vitesse V_A et B vers le Nord à la vitesse V_B . La courbure de la surface terrestre est négligée et des vitesses sont constantes.

1. Déterminer la distance minimale entre A et B.
2. Quelle direction B doit-il prendre pour rattraper A avec un mouvement rectiligne uniforme ?
Déterminer la durée de la poursuite.

Exercice 7 :

Un enfant s'amuse à courir sur un tapis roulant d'aéroport, de longueur $L=100\text{m}$. Dans le sens de circulation du tapis, il met $16,7\text{s}$ pour aller d'une extrémité à l'autre, alors que dans l'autre sens il met $25,0\text{s}$.

1. A quelle vitesse l'enfant court-il ?
2. Quelle est la vitesse du tapis roulant.

Réponses numériques : 1-) 18km/h ; 2-) $3,58\text{km/h}=1\text{m/s}$.

Exercice 8 :

Un homme de 85kg marche dans une rame de TGV à la vitesse de 4km/h dans le sens de la marche du train ; la vitesse du TGV est alors 220km/h . Calculer :

1. L'énergie cinétique de translation du personnage dans le référentiel du TGV.
2. L'énergie cinétique de translation du même personnage dans le référentiel terrestre.

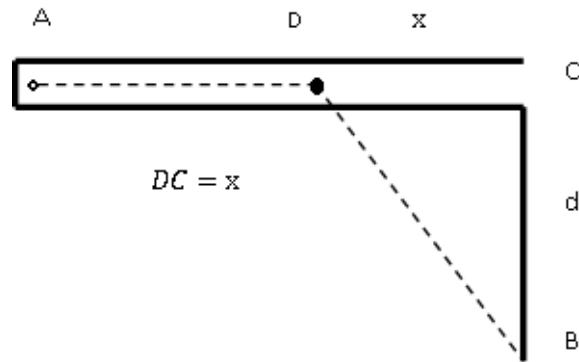
Réponses numériques : 1-) $52,5\text{J}$; 2-) $164,5\text{J}$.

Exercice 9 :

Un tracteur partant d'un point A situé sur une route rectiligne doit atteindre un point B situé dans un champ à la distance $d=CB$ de la route, et ce, dans un temps minimal. On suppose les trajets successifs AD

Exercices de physique niveau Terminale

et DB rectilignes et parcourus à vitesse constante par le tracteur qui va deux fois moins vite dans le champ que sur la route (figure).



1. Exprimer la relation $x \rightarrow t(x)$.
2. En quel point D le tracteur doit-il quitter la route ?

Réponse numérique: 2-) $x = \frac{d}{\sqrt{3}}$.

Exercice 10 :

Un corps tombe en chute libre dans le vide sans vitesse initiale, d'une hauteur h . Quelle est la durée t de son mouvement sachant que dans l'avant-dernière seconde de chute la distance parcourue est $h/3$? Le résultant dépend-t-il du lieu de l'expérience ?

Réponse numérique: $t=3$ secondes.

Exercice 11 :

On lâche une bille d'acier du haut d'un immeuble et on suppose qu'elle tombe en chute libre.

- a) Exprimer la valeur v de la vitesse de la bille en fonction de la hauteur de chute h .
- b) On mesure les valeurs v_A et v_B de la vitesse de la bille lorsqu'elle passe en deux points homologues A et B de deux étages consécutifs. On trouve $v_A = 14,3 \text{ m/s}$ et $v_B = 16,6 \text{ m/s}$.

Calculer la hauteur H d'un étage de l'immeuble. On donne $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.

- c) L'immeuble comporte 12 étages. Quels sont les étages auxquels se situent les points A et B ?

Exercice 12 :

Une automobile initialement arrêtée est soumise à une accélération constante égale à 1 m/s^2 durant 10s. Pendant les 20s qui suivent l'automobile ralentit avec une décélération constante égale à $5 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}^2$. En fin l'automobile, freinée, prend un mouvement uniformément varié et s'arrête au bout de 5s.

Calculer la distance totale parcourue par l'automobile.

Réponse numérique : 262,5m.

Exercice 13 :

Une automobile part du repos et se déplace avec une accélération de 1 m/s^2 pendant 1 seconde. On arrête le moteur et, pendant 10s, on laisse l'automobile ralentir en raison des frottements avec une décélération de $5 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}^2$. Puis on freine, l'automobile s'arrête au bout de 5 secondes supplémentaire. Calculer la distance totale parcourue par l'automobile.

Réponse numérique : 9,25m.

Exercice 14 :

Sur une autoroute rectiligne, un camion part d'un point C avec une accélération de $0,9 \text{ m/s}^2$. En D, le conducteur arrête le moteur et le mouvement devient uniformément retard d'accélération $0,10 \text{ m/s}^2$. En E, à la distance de 450m de C le camion s'arrête.

Exercices de physique niveau Terminale

1. Calculer la vitesse du camion en D.
2. Quelle est la distance CD ?
3. Déterminer la durée du trajet CE ?

Exercice 15 :

Une automobile est en mouvement rectiligne horizontale. Pendant les 25 premières secondes la vitesse de l'automobile croît de 0 à 20m/s. L'automobile a ensuite un mouvement uniforme puis jusqu'à l'arrêt un mouvement retardé d'accélération de $0,5 \text{ m/s}^2$. La distance parcourue par l'automobile est 10km.

Déduire de ces données :

1. Le temps pendant lequel le mouvement est freiné.
2. La distance parcourue à vitesse constante.
3. La durée totale du trajet ?

Réponses numériques : 1-) 40s ; 2-) 9,35km ; 3-) 532,5s.

Exercice 16 :

Une rame de métro effectue un trajet entre deux stations. Partant de la première station le conducteur lance sa rame avec une accélération de valeur $a_1 = 0,85 \text{ m/s}^2$. Au bout d'une durée θ_1 . Lorsqu'il juge sa vitesse suffisante pour pouvoir atteindre l'autre station, le conducteur coupe définitivement le courant. Différentes causes ralentissent le mouvement qui s'effectue alors avec une décélération constante de valeur absolue : $|a_1| = 0,05 \text{ m/s}^2$. La rame s'arrête à la deuxième station séparée de la première par la distance $d = 1500 \text{ m}$. Calculer :

- a- Les durées θ_1 et θ_2 des deux phases du parcours ;
- b- Les longueurs l_1 et l_2 de ces deux phases ;
- c- La vitesse maximale de la rame entre les deux stations ;
- d- Représenter graphiquement les fonctions $x(t)$; $V(t)$; $a(t)$.

Exercice 17 :

Un automobiliste roule sur un tronçon rectiligne à la vitesse de 126 km/h . Soudain, un obstacle fixe apparaît sur la voie à une distance $D = 100 \text{ m}$. Le conducteur freine immédiatement et réduit sa vitesse à 90 km/h en $1,6 \text{ s}$.

- 1- Calculer la valeur de l'accélération.
- 2- Si l'on suppose l'accélération à quelle distance de l'obstacle la voiture va-t-elle s'arrêter ?
- 3- Supposons que l'automobiliste ne réagisse immédiatement et commence à freiner 1s après l'apparition de l'obstacle et avec la même accélération précédente calculée. À distance de l'obstacle la voiture va-t-elle s'arrêter ?

Exercice 18 :

Un automobiliste parcourt une distance $d = 1,25 \text{ km}$ sur une route rectiligne. Son mouvement est uniformément accéléré, puis uniforme, puis uniformément retardé. L'accélération a est égale en valeur absolue à 0 m/s^2 ou à $2,5 \text{ m/s}^2$ et la vitesse moyenne vaut 75 km/h . Déterminer la vitesse maximale de l'automobiliste.

Réponses numériques : $V_{\max} = 25 \text{ m/s}$.

Exercice 19 :

Une gazelle passe avec une vitesse de 36 km/h devant une lionne immobile. Celle-ci se met à sa poursuite d'un mouvement d'accélération 2 m/s^2 .

1. Sachant que la trajectoire des deux animaux est rectiligne et que le mouvement de la gazelle est uniforme, au bout de combien de temps la lionne rattrape-t-elle la gazelle ?
2. Quelle sera la distance parcourue par la lionne ?
3. Quelle sera sa vitesse à l'instant où elle rattrape la gazelle ?

Réponses numériques : 1-) $t = 10 \text{ s}$. 2-) 100 m ; 20 m/s .

Exercice 20 :

Exercices de physique niveau Terminale

Deux pilotes amateurs prennent le départ d'une course automobile sur un circuit présentant une longue ligne droite au départ. Ils s'élancent de la même ligne. Le premier A, démarre avec une accélération de 4m/s^2 , le deuxième B, a une accélération de 5m/s^2 . A a cependant plus de reflexes que B et démarre 1 s avant.

- 1- Quelle durée faudra-t-il à B pour rattraper A ?
- 2- Quelle distance auront-ils parcourue quand B rattrapera A ?
- 3- Quelles seront leurs vitesses à cet instant-là ?

Exercice 21 :

Un élève en retard pour son cours de physique, alors il se trouve à la distance $d=20\text{m}$ de la station. Voit son autobus démarrer. L'autobus est animé d'un mouvement rectiligne uniformément varié d'accélération $0,80\text{ m/s}^2$. L'élève court à la vitesse constante $v_2 = 6,0\text{m/s}$.

L'élève rattrapera-t-il l'autobus ? Si oui, calculer la durée de sa course et la distance qu'il a parcourue. Discuter.

Réponses numériques : OUI ; 5s ; 10m.

Exercice 22 :

Un voyageur arrive sur le quai de la gare à l'instant où son train démarre, le voyageur qui se trouve à une distance $d = 25\text{m}$ de la portière court à la vitesse constante $v = 24\text{km/h}$. Le train est animé d'un mouvement rectiligne d'accélération $a = 1,20\text{ m/s}^2$.

1. Le voyageur pourra-t-il rattraper le train ?
2. Dans le cas contraire, à quelle distance minimale de la portière parviendra-t-il ?

Réponses numériques : 1-) NON; 2-) $d_{\min} = 6,5\text{m}$.

Exercice 23 :

Un voyageur en retard court le long d'un quai à la vitesse constante de valeur $v = 6\text{m/s}$, quand il est à 20m du dernier wagon, le train démarre avec une accélération constante de valeur $1,0\text{ m/s}^2$.

1. Ecrire dans un repère les équations horaires du voyageur et du dernier wagon considéré comme des points matériels.
2. Montrer que le voyageur ne peut pas rattraper le train ?
3. Quelle sera la distance minimale entre le voyageur et le dernier wagon ?

Réponses numériques : 1-) $x = \frac{1}{2}t^2$; $x = 6t - 20$; 3-) $x_{\min} = 2\text{m}$.

Exercice 24 : Extrait du BAC SE Session 2017

Le « boro d'enjaiment » est un jeu dangereux auquel s'adonnent certains élèves des lycées et collèges d'Abidjan. Ce jeu consiste pour le joueur, à courir après un bus en mouvement puis, lorsqu'il estime être à une distance raisonnable du véhicule, il saute pour s'y agripper. Il a alors réussi son jeu. Un élève voulant jouer au « boro d'enjaiment » court à la vitesse $V = 8\text{m/s}$ après un bus qui démarre avec une accélération $a = 2\text{m/s}^2$. On considère que le bus à l'instant initial. À l'instant $t = 0$, l'élève se trouve à une distance $D = 18\text{m}$ du bus et les deux mobiles ont la même trajectoire rectiligne. La position de l'élève est considérée comme origine des espaces.

- A- 1) Déterminer les équations horaires de l'élève et du bus.
2) Calculer la distance parcourue par chaque mobile à $t = 2\text{s}$.
3) Quelle est la distance entre les deux mobiles.
4) Quelles sont la position et la vitesse du bus à la date $t = 3\text{s}$.
- B- On admet que l'élève réussit son jeu si, juste avant de sauter, il est séparé du bus par une distance inférieure ou égale à 1m . Pour toute autre distance supérieure, le joueur ne peut saisir le véhicule et tombe inévitablement.
 - 1- Exprimer la distance $d(t)$ séparant l'élève du bus à une date t .
 - 2- Montrer que l'élève ne rattrape pas le bus.
 - 3- Déterminer la date t_m à laquelle la distance $d(t)$ prend sa valeur minimale d_m . Calculer d_m .

Exercices de physique niveau Terminale

- 4- L'élève réussit-il son jeu du « boro d'enjaiment » ? Justifier la réponse.

Exercice 25 :

Un coureur X arrive avec un mouvement uniforme $V = 7,5 \text{ m/s}$. A 10 m devant lui, le coureur Y s'élance d'un mouvement uniformément accéléré $a = 2 \text{ m/s}^2$.

1. Quel temps s'écoule entre le moment où Y démarre et le passage du témoin.
2. Pendant cette durée quelles sont les distances parcourues par X et Y.
3. Tous les coureurs ont une accélération de 2 m/s^2 jusqu'à atteindre une vitesse $v = 7,5 \text{ m/s}$ qu'il conserve jusqu'au passage du témoin. Les passages du témoin se font tous les 400 m . Quelle est la durée de la course ?

Exercice 26 :

Au cours d'une course de voiture, on détermine les positions de deux(2) voitures à une $t_0 = 0$, et on observe à cet instant que la voiture 1 se trouve à une distance $d = 20 \text{ m}$ devant la voiture 2.

À cet instant la vitesse de la voiture 1 est $V_{01} = 126 \text{ km/h}$ et celle de la voiture 2 est $V_{02} = 90 \text{ km/h}$. La voiture 1 a un mouvement rectiligne uniforme et la voiture 2 a une accélération $a = 5,6 \text{ m/s}^2$.

On prend pour origine des espaces la position de la voiture 2 ; les deux(2) voitures sont considérées ponctuelles et $t \geq 0$.

- a- Écrire les équations horaires des voitures 1 et 2.
- b- Déterminer le temps au bout duquel la voiture 2 rattrapera la voiture 1.
- c- La ligne d'arrivée étant à 180 m de la voiture 1 à l'instant $t_0 = 0$, déterminer la voiture qui franchira cette ligne la première.

Exercice 27 :

Une automobile est arrêtée à un feu rouge. Quand le feu passe au vert, l'automobile accélère uniformément pendant 8 s avec une accélération de 2 m/s^2 . Ensuite, l'automobiliste se déplace à vitesse constante. A l'instant de son démarrage, un camion la dépasse avec une vitesse constante de 12 m/s . Au bout de combien de temps et à quelle distance du feu, l'automobile rattrapera-t-elle ?

Réponses numériques : 16 s ; 192 m .

Exercice 28 :

Une bille B_1 est lancée verticalement du sol vers le haut avec une vitesse $v_1 = 10 \text{ m/s}$. θ secondes plus tard une deuxième bille B_2 est lancée vers le haut du même point avec une vitesse $v_2 = 15 \text{ m/s}$.

1-) Ecrire les équations horaires des mouvements des deux billes, la date 0 est la date où la bille B_1 est lancée.

2-) Déterminer la valeur de θ sachant que les deux billes se rencontrent au moment où la première bille atteint le sommet de sa trajectoire. On donne $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Réponses numériques : $h_1 = -5t^2 + 10t$; $h_2 = -5(t - \theta)^2 + 15(t - \theta)$; $\theta = 0,62 \text{ s}$

Exercice 29 :

Lorsque le feu tricolore passe au vert, la voiture A, qui était immobile, accélère uniformément pendant $5,0 \text{ s}$ puis conserve sa vitesse. Une moto B, roulant à la vitesse constante de 50 km/h , la dépasse au moment où elle démarre $t=0$. Les trajectoires sont rectilignes, la valeur de l'accélération initiale de la voiture est $a = 4 \text{ m/s}^2$.

1. Pour $t \in [0 ; 5 \text{ s}]$, donner les équations horaires des deux véhicules. La voiture rattrape-t-elle la moto ? ($x_A = x_B = 0 \text{ m}$ à $t = 0 \text{ s}$).
2. Même question pour $t \geq 5 \text{ s}$.

Réponses numériques : 1-) $x_B = 14t$; $x_A = 2t^2$; pas de rattrapage. 2-) $x_B = 14t$; $x_A = 20t - 50$; la voiture rattrape à $t = 8,3 \text{ s}$.

Exercice 30 :

Une automobile démarre lorsque le feu passe au vert avec une accélération $a = 2,5 \text{ m/s}^2$ pendant une durée $\theta = 7 \text{ s}$; ensuite le conducteur maintient sa vitesse constante.

Exercices de physique niveau Terminale

Lorsque le feu passe au vert, un camion, roulant à la vitesse constante $V = 45\text{km/h}$, est situé à une distance $d = 20\text{m}$ du feu avant celui-ci. Il maintient sa vitesse constante.

Dans un premier temps, le camion va doubler l'automobile, puis dans un deuxième temps, celle-ci va le dépasser. En choisissant :

- Comme origine des espaces, la position du feu tricolore ;
- Comme origine des dates, l'instant où le feu passe au vert ; déterminer :
 - a- Les dates des dépassements.
 - b- Les abscisses des dépassements.
 - c- Les vitesses de l'automobile à ces instants.

Exercice 31 :

Une voiture A est arrêtée sur une route horizontale rectiligne à une distance $d_1 = 3\text{m}$ d'un feu rouge. Lorsque le feu passe au vert, à l'instant $t = 0$, la voiture démarre avec une accélération constante $a_1 = 3\text{m/s}^2$. Au même moment un motard M roulant à une vitesse constante $V_2 = 54\text{km/h}$ se trouve à une distance $d_2 = 24\text{m}$ de la voiture. La voiture et le motard considérés comme des points matériels sont repérés à l'instant t à l'aide de leurs vecteurs positions respectifs. On choisira comme origine O des abscisses la position du feu tricolore.

1- Déterminer les équations horaires $x_1(t)$ et $x_2(t)$ de la voiture et du motard respectivement.

2- Déterminer les instants des dépassements ainsi que les positions de la voiture et du motard à ces instants.

3- Si le motard roulait à la vitesse $V_2 = 36\text{km/h}$ pourrait-il rattraper la voiture ?

4- a- Calculer, dans ce cas, l'instant pour lequel la distance qui sépare le motard de la voiture est minimale.

b- En déduire cette distance.

Exercice 32 :

On étudie le mouvement de deux voitures, considérées comme ponctuelles, sur un axe (Ox) , qui se suivent à une distance d , les deux voitures se déplacent à la vitesse constante V_0 . A $t = 0\text{s}$, la première voiture freine avec une décélération a . La seconde ne commence à freiner qu'au bout d'un temps $t_r = 0.6\text{s}$ avec une décélération b .

1- Quelle condition doit satisfaire d pour que la 2^{nde} voiture s'arrête derrière la 1^{ère} ?

2- A.N : avec $V_0 = 108\text{km/h}$, $a = 7.5\text{m/s}^2$ et $b = 6\text{m/s}^2$. Comparer la valeur de cette distance d avec la distance d'arrêt de chacune des voitures prises séparément. Conclure.

3- Répondre à la même question dans le cas où les deux voitures ont même décélération ?

Exercice 33 :

Sur une autoroute, deux voitures distantes de 40m roulent sur la même file avec une vitesse de 40m/s . Le conducteur de la première voiture freine, soumettant sa voiture B à une décélération constante de 5m/s^2 . Le deuxième conducteur, distrait, commence à freiner 2 secondes après la première et sa voiture A subit la même décélération.

1. Quelle distance parcourt la deuxième voiture avant de commencer à freiner ?

2. Quelle distance parcourt la première voiture pendant ce temps ?

3. Quelle est la distance séparant A et B lorsque la seconde voiture commence à freiner ?

4. Quelle est la vitesse de la première voiture à ce moment ?

Réponse numérique: 1-) $d_A = 80\text{m}$; 2-) $d_B = 70\text{m}$; 3-) $d = x_B - x_A = 30\text{m}$;

4-) 30m/s .

Exercice 34 :

Un point mobile A se déplace sur une droite avec une accélération constante.

- A la date $t_1 = 1\text{s}$; il est à l'abscisse $x_1 = 2,5\text{m}$ et à la vitesse $V_1 = 2\text{m/s}$.

Exercices de physique niveau Terminale

- A la date $t_2 = 2,5s$; il est à l'abscisse $x_2 = 10m$ et à la vitesse $V_2 = 8m/s$.
- a- Déterminer :
 - 1- L'accélération de son mouvement.
 - 2- Sa vitesse initiale V_0 .
 - 3- Son abscisse initiale x_0 .
- b- Établir l'équation horaire $x(t)$ de son mouvement.
- c- Déterminer t_3 ou le mouvement du mobile A, change de sens.
- d- Calculer l'abscisse x_3 du mobile au lieu du changement.
- e- Un autre mobile B se déplace sur la même trajectoire dans un mouvement rectiligne uniforme. A la date t_1 ; B se trouve à l'abscisse $x'_1 = 35,5m$ et à la date t_2 à l'abscisse $x'_2 = 28,75m$.
 - 1- Déterminer sa vitesse initiale V'_0 .
 - 2- Déterminer son abscisse initiale x'_0 .
 - 3- Établir l'équation horaire du mouvement du mobile B.
- f- Déterminer l'instant t_r ou les mobiles A et B se croisent.
- g- Trouver l'abscisse x_r de ce lieu de croisement.

Exercice 35 :

Deux mobiles A et B sont animés de mouvements rectilignes. Les équations horaires des mouvements sont

respectivement :
$$\begin{cases} x(A) = t^2 - 10t + 5 \\ x(B) = 4t + 1 \end{cases}$$

Les abscisses sont en mètre, les dates en secondes.

- 1- À quelles dates les mobiles passent-ils par le même point ? Préciser s'il s'agit de croisement ou de dépassement.
- 2- Représenter les diagrammes $x(t)$. Retrouver les résultats précédents.

Exercice 36 :

Deux trains ont été dirigé d'une ville A sur une ville B. Le premier train T_1 est parti à 8heures avec une vitesse de 51km/h et le deuxième T_2 à 8h20mn avec une vitesse de 45km/h. La distance AB est de 237km. Un troisième train T_3 , est parti à 8h de B pour A avec une vitesse de 54km/h.

- 1. A quelle heure le train T_1 sera à égale distance des trains T_2 et T_3 ?
- 2. A quelle distance de A les trois trains se trouvent en ce moment.

Réponses numériques: 1-) 10h ; 2-) $d_1 = 102km$; $d_2 = 75km$; $d_3 = 129km$.

Exercice 37 :

Sur une route rectiligne Ox , une voiture (1) de longueur ℓ_1 de vitesse V_1 double un autocar de longueur L et de vitesse V . En face arrive une voiture (2) de longueur ℓ_2 à la vitesse V_2 . Quelle distance minium D entre l'avant de la voiture (1) et l'avant de la voiture (2) permet à la voiture à la voiture (1) de doubler ? On donne : $\ell_1 = \ell_2 = 4m$, $L = 20m$, $V_1 = V_2 = 90km/h$ et $V = 72km/h$.

Réponses numériques: $D = 240m$.

Exercice 38 :

Soit deux trains A et B en mouvement sur la même file. Le train A a une longueur $L = 1km$ et a une vitesse de $50m/s$ et le train B a une longueur de $l = 0,5km$ et démarre juste à l'instant où l'arrière du train A passe au niveau de l'avant du train B. le train a une accélération de $3m/s^2$ et une vitesse maximale de $60m/s$.

- 1- À quel instant B dépasse-t-il A, c'est-à-dire à quel instant l'arrière de B dépasse l'avant de A ?
- 2- Quelle distance le train A a-t-il parcouru pendant ce temps ?

Exercice 39 :

Une automobile de longueur $l = 5m$, roulant à la vitesse $V_a = 90km/h$ arrive derrière un camion de longueur $L = 10m$, roulant à la vitesse $V_c = 72km/h$. Les deux véhicules conservent des vitesses constantes. L'automobile va donc doubler le camion. En admettant que le dépassement commence

Exercices de physique niveau Terminale

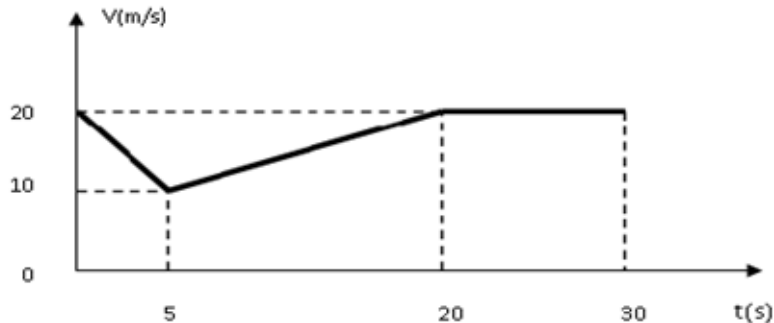
quand l'avant de l'automobile est à la distance $d_1 = 20m$ de l'arrière du camion et se termine quand l'arrière de l'automobile se trouve à la distance $d_2 = 30m$ de l'avant du camion. Calculer :

- 1- La durée du dépassement.
- 2- La distance totale parcourue par la voiture pendant le dépassement.

Exercice 40 :

Le diagramme de vitesse d'un mobile animé d'un mouvement rectiligne est donné ci-dessous (voir figure)

- 1-) Dédurre la nature du mouvement sur les différents intervalles de temps.
- 2-) Calculer la distance totale parcourue par le mobile.



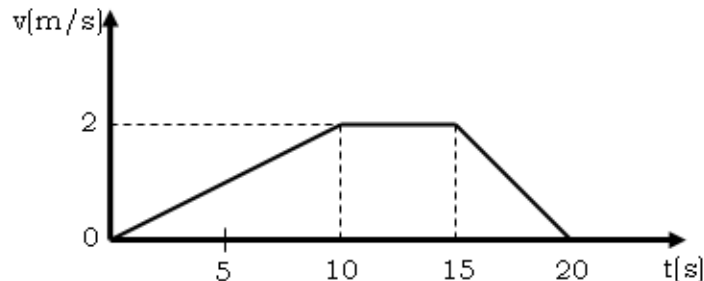
Réponse numérique: $x=500m$.

Exercice 41 :

Un mobile ponctuel évolue, sans choc, le long d'un axe Ox . En utilisant le graphe ci-dessous, en déduire : a) $a_x(t)$; b) $v_x(t)$.

c) $x(t)$, puis la distance totale d parcourue on prendra $x=0$ pour $t=0$.

d) La distance d , par la méthode directe, en intégrant $dx = v_x(t)dt$.



Réponses numériques: a) $a = 0,20 m/s^2 ; 0 ; -0,40 m/s^2 ; 0$.

b) $v = 0,2t ; v = 2 m/s ; v = -0,4t + 8 ; v = 0$

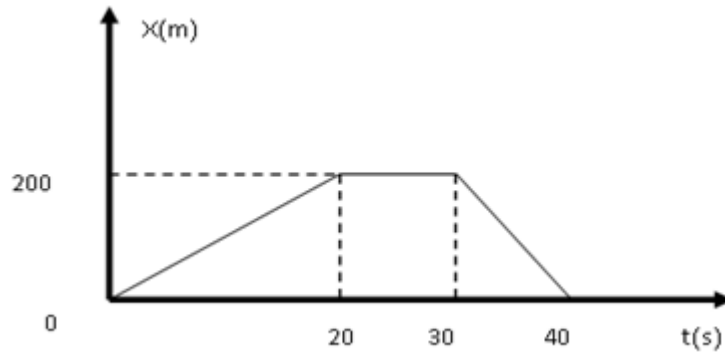
c) $x(t) = 0,1t^2 ; x(t) = 2t - 10 ; x(t) = -0,2t^2 + 8t - 55 ; d = 25m$.

Exercice 42 :

Un mobile décrit une trajectoire rectiligne. Sa position par rapport à un point O de la trajectoire orientée est repérée à la date t par son abscisse x .

1. Donner l'équation $t \rightarrow x(t)$ du mouvement du mobile durant les diverses étapes du trajet à partir du diagramme des espaces, celui-ci ayant été linéarisé pour simplifier (figure).

Exercices de physique niveau Terminale



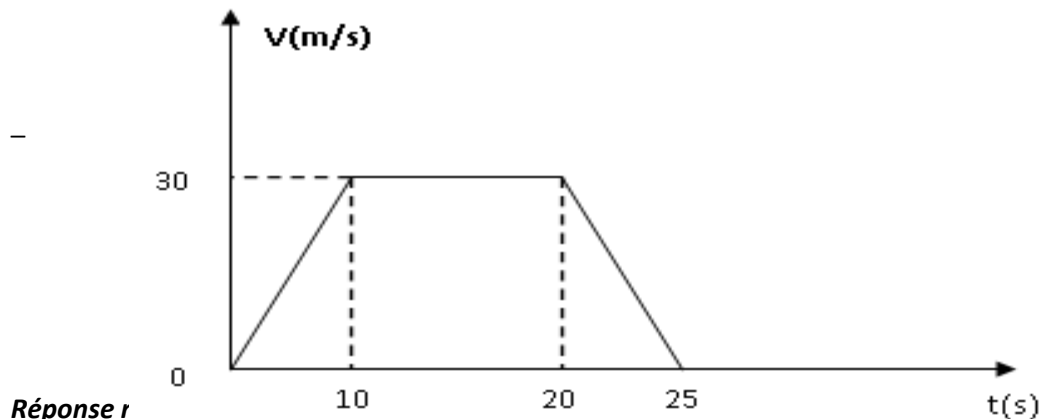
2. Les discontinuités du diagramme linéarisé sont-elles physiquement concevables ?

Réponse numérique: 1-) Phase 1: $x_1 = 10t$; phase 2: $x_2 = 200$;
phase 3: $x_3 = -20t + 200$.

Exercice 43 :

Un mobile décrit une trajectoire rectiligne. On a représenté sur la figure le diagramme des vitesses, celui-ci ayant été linéarisé pour simplifier. Voir figure.

1. Donner les équations horaires : $t \rightarrow x(t)$ et $t \rightarrow v(t)$ du mouvement du mobile durant les diverses étapes du mouvement. Déterminer en particulier l'accélération et la distance totale parcourue pour chaque phase du mouvement.
2. Les discontinuités du diagramme linéarisé sont-elles physiquement concevables ?

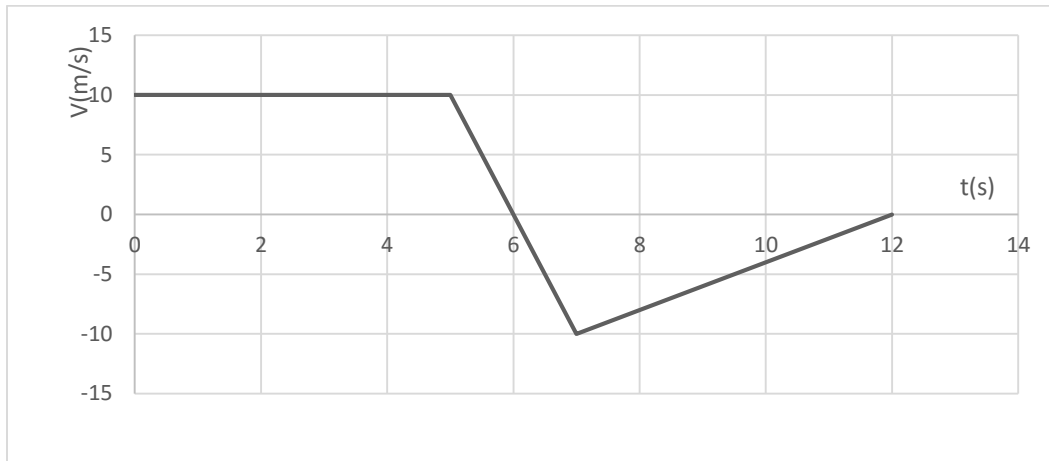


Réponse :

Exercice 44 :

La représentation graphique de la vitesse $V = f(t)$ d'un mobile est donnée à la figure ci-dessous :

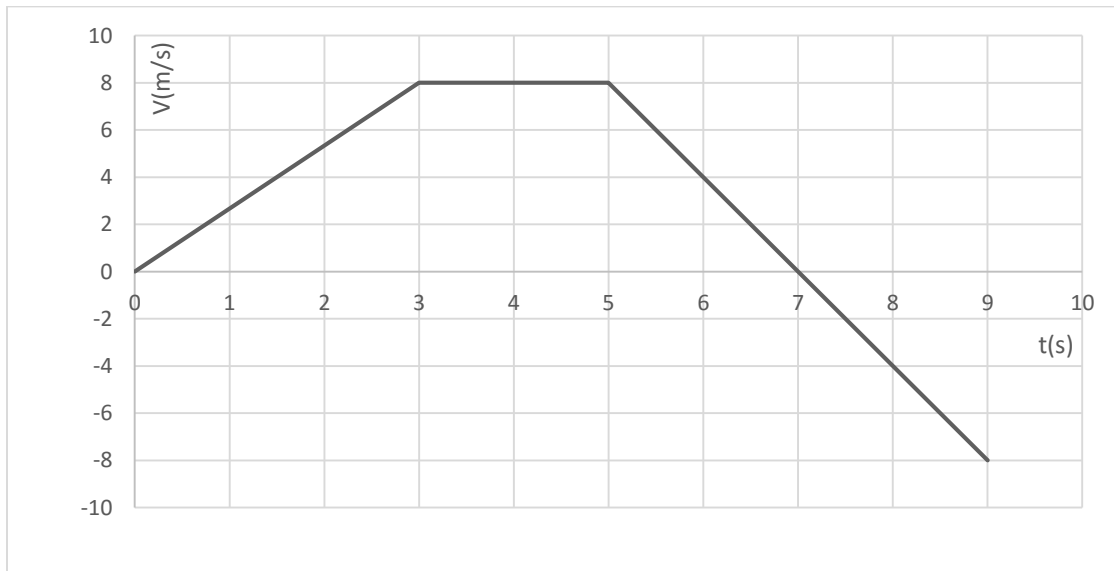
Exercices de physique niveau Terminale



- 1- Calculer les accélérations du mobile au cours des trois phases du mouvement.
- 2- Tracer la représentation graphique $a = g(t)$ de l'accélération en fonction du temps, avec $t \in [0; 12 \text{ s}]$.
- 3- Calculer l'espace total parcouru par le mobile.

Exercice 45 :

Le diagramme des vitesses d'un mobile en mouvement sur un axe ($X'OX$) est ci-dessous, à $t = 0$ l'abscisse $x = 0$.

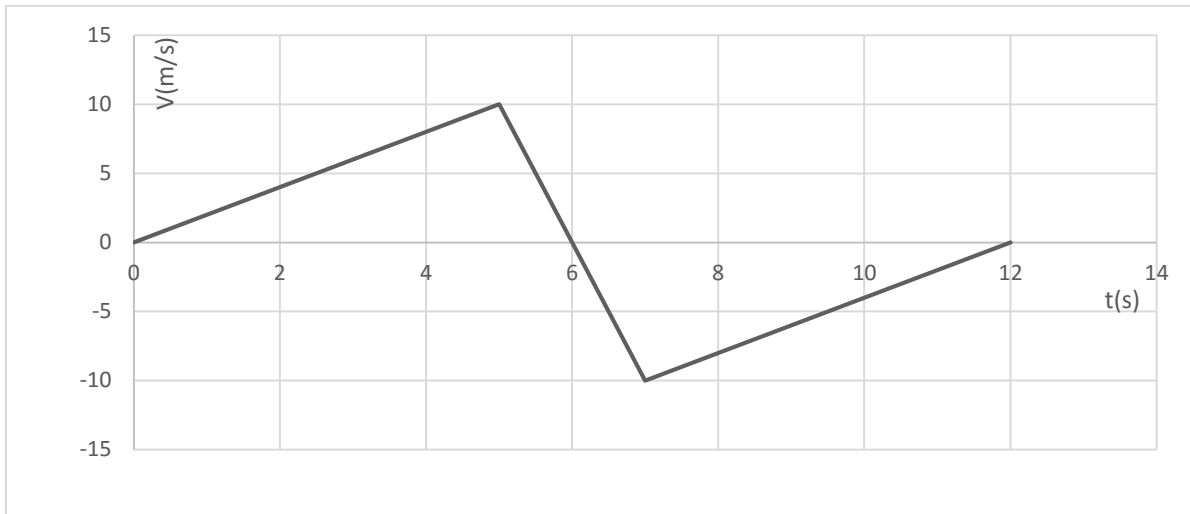


- 1- Représenter le diagramme des accélérations.
- 2- Préciser les différentes phases du mouvement.
- 3- Déterminer la distance parcourue entre les instants $t = 0$ et $t = 9 \text{ s}$.
- 4- Donner les positions du mobile aux instants $t = 6 \text{ s}$ et $t = 9 \text{ s}$.

Exercice 46 :

La représentation graphique la vitesse $V = f(t)$ d'un mobile est donnée ci-dessous :

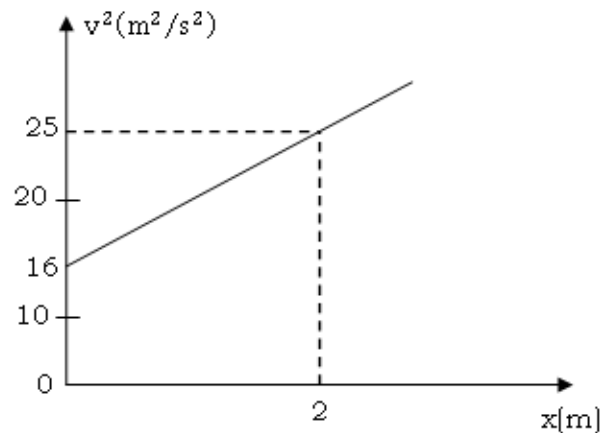
Exercices de physique niveau Terminale



- 1- Calculer les accélérations des trois phases du mouvement du mobile.
- 2- Tracer la représentation graphique $a = g(t)$ de l'accélération en fonction du temps, avec $t \in [0; 12]$ en secondes.
- 3- Calculer l'espace parcouru par le mobile.

Exercice 47 :

Un mobile démarre avec une vitesse initiale à la date 0 de l'origine des axes en allant dans le sens positif. Son mouvement est rectiligne uniformément varié. Le graphe ci-dessous donne les variations du carré de la vitesse en fonction de l'abscisse x .



1. Trouver la valeur de la vitesse initiale.
2. Trouver l'accélération du mouvement.
3. Le mobile passe-t-il par l'origine de l'axe à une date autre que la date 0 ? Si oui, laquelle ?

Exercice 48 :

On enregistre une partie du mouvement d'une bille sur un plan incliné, le mouvement se fait suivant la ligne de plus grande pente. On prend comme origine des abscisses la première position enregistrée de la bille et comme date $t = 0$, la date correspondante. On obtient les résultats suivants :

$t(s)$	0	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25
$x(m)$	0	0,17	0,40	0,69	1,04	1,45

- 1- Montrer que le mouvement est rectiligne uniformément varié. Quelle est la valeur de l'accélération ?

Exercices de physique niveau Terminale

- 2- Trouver la vitesse de la bille au moment du premier enregistrement.
- 3- Trouver la distance parcourue par la bille entre l'instant du début du mouvement et l'instant du premier enregistrement. On suppose que la bille est lancée sans vitesse initiale.

Exercice 49 :

Un mobile est animé d'un mouvement de translation rectiligne dans un repère $(O; \vec{i})$. Le comporte deux phases dont la première dure 30 s. Un chronomètreur a relevé la vitesse en fonction du temps. Après conversion on obtient le tableau suivant :

$t \text{ en s}$	0	10	20	30	40	50	100	150
$V \text{ en m/s}$	0	4	8	12	11	10	5	0

- 1- Tracer le graphique $V = f(t)$.
- 2- Établir l'équation cartésienne horaire du mouvement pour chaque phase. Préciser la nature du mouvement pendant chaque phase. La position du mobile est repérée à chaque instant par son abscisse x comptée à partir de l'origine O du repère.
- 3- a) Calculer la longueur du trajet parcouru par le mobile.
b) Montrer que cette distance est représentée par l'aire de la figure donnée par le graphique $V = f(t)$.

Exercice 50 (Extrait du BAC, SM 2011)

Un dispositif permet d'enregistrer à des intervalles de temps égaux, les positions d'un point matériel en mouvement rectiligne.

Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau ci-dessous :

$t(s)$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
$x(cm)$	5	15	29	47	69	95	124,5	154,5	184,5	214,5	244,5

1. Montrer que le mouvement admet une première phase uniformément accélérée et calculer son accélération. Etablir l'équation du mouvement dans cette phase ?
2. Montrer que le mouvement devient uniforme vers la fin de l'enregistrement ?
Etablir l'équation horaire pour cette phase. On considère qu'à l'instant initial $v = v_0 = 0$.

Réponses numériques: 1-) $a = 4 \text{ m/s}^2$; $x = 2t^2 + 0,05$. 2-) $v = 3 \text{ m/s}$; $x = 3t - 0,55$.

Exercice 51 :

Au cours d'un essai de la Renault 9, on mesure la vitesse de départ arrêté en fonction du temps.

$t(s)$	3,4	4,4	5,8	7,7	10	12,7	15,8	19,2	24,3	44,2
$v(km/h)$	40	50	60	70	80	90	100	110	120	140

1. Représenter graphiquement v en fonction du temps t . Le mouvement est-il uniformément accéléré ?
2. Déterminer approximativement l'accélération de l'automobile aux instants $t = 5,8s$ et $t = 19,2s$.
3. Déterminer par intégration graphique la distance parcourue à l'instant $t = 24,3s$.

Réponse numérique: 2-) $a_1 = 1,68 \text{ m/s}^2$; $a_2 = 0,65 \text{ m/s}^2$; 3-) $d = 570m$.

Exercice 52 :

Un mobile M est animé d'un mouvement rectiligne. On donne le tableau suivant comportant les abscisses x_i de M à différents instant t_i .

$t_i(ms)$	0	40	80	120	160	200	240	280	320	360
$x_i(m/s)$	0	1,4	2,8	4,4	5,7	7,3	8,75	10,3	11,75	13,3

1. Déterminer la vitesse instantanée du mobile M à chaque instant t_i .

Exercices de physique niveau Terminale

2. Tracer la courbe $x_i = f(t_i)$. En déduire la relation entre x et v pour ce mouvement.

Réponses numériques: $x_i = 0,367t_i v \cong 0,366 \text{ m/s}$.

$t_i(\text{ms})$	0	40	80	120	160	200	240	280	320	360
$V_i(\text{m/s})$	-	0,35	0,37	0,36	0,36	0,38	0,37	0,37	0,37	-

C- Mouvements circulaires-curvilignes

Exercice 1 :

Un motocycliste décrit à la vitesse de 72km/h un virage assimilable à un arc de cercle de rayon R , l'accélération du mouvement a une norme constante égale à 3 m/s^2 .

1. Trouver le rayon R du virage.
2. A l'entrée du virage, le vecteur est $\vec{v}_1$, à la sortie du virage, 4s plus tard est le vecteur vitesse $\vec{v}_2$. Trouver l'angle formé par les deux vecteurs vitesses.

Réponses numériques : 1-) 133,3m ; 2-) 0,6rad.

Exercice 2 :

La terre tourne autour de son axe en 24 heures.

1. Calculer la vitesse angulaire de rotation de la terre.
2. Trouver, en fonction de la latitude, la vitesse et l'accélération d'un point à la surface de la terre et en déduire leur valeur à l'équateur.

Exercice 3 :

Deux cyclistes parcourent dans le même sens une piste circulaire de 100m de circonférence. Le premier M_1 a une vitesse de 12m/s, le second M_2 une vitesse de 15m/s.

1. Déterminer la vitesse angulaire et la période de chaque cycliste.
2. Démontrer que le cycliste M_2 rejoint le cycliste M_1 à intervalles de temps réguliers. Préciser le nombre de tours effectués par chacun d'eux durant l'un de ces intervalles.
3. Les cyclistes roulent dorénavant en sens contraire en partant d'un point A à la date $t=0$. Déterminer la période T de leurs différentes rencontres et les points B, C, D... de ces rencontres. Au bout de combien de période T se trouvent-ils simultanément en A et quelles ont-ils parcourues ?

Exercice 4 :

Le mouvement d'une roue, immobile au départ, est accéléré de telle sorte que sa vitesse angulaire croît régulièrement jusqu'à 120 tr/min en 1min. Après avoir tourné un certain temps à cette vitesse, la roue est freinée régulièrement, et il faut 5min pour l'arrêter.

Le nombre de tours étant de 1560, calculer la durée totale de la rotation.

Réponse numérique : 16min.

Exercice 5 :

Deux trains miniatures T_1 et T_2 parcourent dans le même sens des trajectoires circulaires concentriques, de rayon $R_1 = 0,50\text{m}$ et $R_2 = 0,70\text{m}$, avec des vitesses angulaires $\omega_1 = 0,30\text{rad/s}$ et ω_2 .

Calculer ; sachant que les avants des deux trains et le centre des deux cercles sont alignés uniquement toutes les 50s, en étant du même côté par rapport au centre.

Réponses numériques : $0,43\text{rad/s}$ ou $0,17\text{rad/s}$.

Exercice 6 :

Un motocycliste effectue un virage de rayon $R = 50\text{m}$. Sa vitesse à l'entrée du virage est $\vec{v}_1$ telle que $v_1 = 60\text{km/h}$. Sa vitesse à la sortie est $\vec{v}_2$ telle que $v_2 = 80\text{km/h}$. Les deux vitesses font entre eux un angle de 90° . L'accélération angulaire est constante pendant le virage. Calculer la valeur de cette accélération angulaire. Calculer la durée du virage.

Réponses numériques: $2,75 \cdot 10^{-2} \text{ rad/s}^2$; 4,04s.

Exercice 7 :

Exercices de physique niveau Terminale

Un point matériel est animé d'un mouvement circulaire. Son élongation angulaire en fonction du temps est : $\alpha = \frac{2}{3}t^3 - t + 2$, le rayon de la trajectoire est $R=20\text{cm}$. A la date : $t=1,5\text{s}$:

- Quel est le module v de la vitesse ? S'agit-il d'un mouvement uniforme ?
- Quelles sont les valeurs des accélérations normale et tangentielle ainsi que les caractéristiques du vecteur-accelération à cet instant ?

Réponses numériques: a) $0,7\text{m/s}$; Non;
b) $a_N = 2,45\text{m.s}^{-2}$; $a_T = 1,2\text{m.s}^{-2}$; $a = 2,73\text{m.s}^{-2}$.

Exercice 8 :

Un rotor d'une machine tourne à 1200tr/min . A l'instant $t=0$, il est soumis à une accélération angulaire $\ddot{\alpha}$ supposée constante qui provoque son arrêt en 300 tours.

- Exprimer en fonction du temps la vitesse angulaire $\dot{\alpha}$ et l'angle α dont tourne le rotor à partir de l'instant $t=0$.
- Exprimer $\dot{\alpha}$ en fonction de $\ddot{\alpha}$ et α .
- Calculer la valeur de α et la durée du freinage.

Réponses numériques: 3-) $\ddot{\alpha} = -4,2\text{rad.s}^{-2}$; $t=30\text{s}$.

Exercice 9 :

Un point M décrit une trajectoire curviligne de rayon $R=30\text{cm}$ et centre O. Il est repéré par un angle $\alpha = (\overrightarrow{OM_0}, \overrightarrow{OM})$. Son accélération angulaire $\ddot{\alpha}$ est constante et égale à 4rad/s^2 .

A l'instant $t=0$; $\alpha_0 = 0$; $\omega_0 = 0$.

- Etablir les équations horaires du mouvement $t \rightarrow \alpha(t)$; $t \rightarrow \omega(t)$; $t \rightarrow v(t)$.
- Exprimer l'accélération tangentielle et l'accélération normale.
- Calculer à l'instant $t=0,5\text{s}$ l'angle $\beta = (\vec{v}; \vec{a})$.

Réponses numériques: $\alpha = 2t^2$; $\omega = 4t$; $v = 1,2t$; $a_T = 1,2\text{m.s}^{-2}$; $a_N = 4,8t^2$;
 $\beta = 45^\circ$

Exercice 10 :

Un point matériel est animé d'un mouvement circulaire. La position du point M est repérée par l'angle : $\theta = -\frac{1}{2}\alpha t^2 + \beta t - \frac{\pi}{2}$. Le rayon de la trajectoire est R .

- Exprimer la norme de la vitesse, de l'accélération tangentielle et la norme de la l'accélération radiale en fonction du temps.
- En prenant $\alpha = 1\text{rad/s}^2$; $\beta = 1\text{rad/s}$ et $R = 50\text{mm}$, calculer les valeurs numériques de la vitesse, de l'accélération tangentielle et l'accélération normale aux dates $t = 0$; $t = 1\text{s}$ et $t = 2\text{s}$.
- Représenter sur un schéma les vecteurs vitesses et accélérations à ces trois dates. Préciser la nature des différentes phases du mouvement.

Exercice 11 :

Calculer l'accélération moyenne à $t=2\text{s}$ du mobile ponctuel se déplaçant dans le plan xoy, dont on a relevé les positions suivantes :

$t(\text{s})$	0	1	2	3	4
$x(\text{cm})$	0,0	2,0	6,0	12,0	20,0
$y(\text{cm})$	1,0	0,9	0,2	-1,7	-5,4

Réponses numérique: $a = 2,3 \cdot 10^{-2}\text{m.s}^{-2}$.

D- Exercices divers

Exercice 1 :

Un mobile se déplace sur un segment de droite de longueur $L = 4\text{cm}$. Il est animé d'un mouvement rectiligne sinusoïdal et met $0,1\text{s}$ pour parcourir ce segment.

Exercices de physique niveau Terminale

- 1- A la date $t = 0$, le mobile se trouve à l'élongation maximale positive. Écrire l'équation horaire du mouvement du mobile.
- 2- A quelles dates le mobile passe-t-il par l'élongation $x = 1\text{cm}$?

Exercice 2 :

Une particule effectue un mouvement rectiligne sinusoïdale tel que son accélération à la fin de sa trajectoire ait une intensité de $8 \cdot 10^3 \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ et que sa vitesse à la position d'équilibre soit de $4\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ en valeur absolue. Trouver pour ce mouvement :

- 1- La fréquence N .
- 2- L'amplitude x_m .
- 3- L'équation horaire, sachant qu'à la date $t = 0\text{s}$ elle passe par la position d'élongation $x = -\frac{x_m}{2}$ en allant dans le sens négatif.

Exercice 3 :

Un mobile se déplace sur un segment de droite de longueur 5cm . L'accélération a du mobile est liée à sa position à chaque instant par : $a = -9^2 \cdot x$

- 1- Quelle est la nature du mouvement du mobile ?
- 2- Combien de temps met-il pour parcourir le segment ?
- 3- Écrire l'équation horaire du mobile sachant que à l'instant initial le mobile passe par l'origine des coordonnées en allant dans le sens positif.
À quelle date le mobile passe-t-il au point d'abscisse $x = 2,5\text{cm}$ en allant dans le sens négatif pour la cinquième fois ? En déduire la vitesse et l'accélération du mobile à cette date.

Exercice 4 :

Un mobile est animé d'un mouvement rectiligne sinusoïdale sur un axe $x'x$. Son élongation à la date t est : $x(t) = A \cos(\omega t) + B \sin(\omega t)$, x est en mètres et t en secondes. A la date $t = 0\text{s}$, le mobile passe par l'élongation $X = 4\text{m}$, se déplace dans le sens positif avec une vitesse initiale $V_0 = 15\text{m/s}$ et une accélération initiale d'intensité $10^2 \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$.

1. Déterminer les valeurs numériques de A , B et ω .
2. Mettre l'équation horaire du mouvement sous la forme $X(t) = X_m \cos(\omega t + \varphi)$.
3. A quelle date t_1 , le mobile passe-t-il pour la première fois par l'abscisse $X_1 = 2,5\text{m}$ en allant dans le sens positif ?
4. Le mouvement du mobile à la date t_1 est-il accéléré ou retardé ?
5. Exprimer en fonction de n , la date à laquelle le mobile passe par l'abscisse $X_1 = 2,5\text{m}$ pour la n ème fois en allant le sens négatif.

Exercices de physique niveau Terminale

DYNAMIQUE

SOLIDE EN TRANSLATION & LES APPLICATIONS DE LA DYNAMIQUE

1- Application du cours

Exercice 1 :

Le centre d'inertie G d'un solide se déplace dans l'espace rapporté à un repère orthonormé $(o; \vec{i}; \vec{j}; \vec{k})$.

A chaque instant t , l'équation du mouvement de G est donnée par :

$$\overrightarrow{OG} = (4t^2 - t^3)\vec{i} + 5t\vec{j} + (t^3 - 2)\vec{k} \text{ (USI).}$$

La masse du solide est 2kg.

a-) Calculer la quantité de mouvement du solide à $t = 1s$.

b-) Calculer la force agissant sur le solide à la date $t = 1s$.

Réponses numériques: 15,36kg.m/s; 12,65N.

Exercice 2 :

Une tondeuse à gazon sur cousin d'air, de masse $m=20$ kg, est initialement immobile sur un plan horizontal. A partir de l'instant $t = 0$, on lui applique un ensemble de forces de somme $\vec{F}$, constante, horizontale et de norme $F = 10$ N.

1. Calculer l'accélération du centre d'inertie de la tondeuse.
2. Exprimer le vecteur quantité de mouvement à l'instant t en fonction de $\vec{F}$ et de t .
3. Exprimer le travail de la force $\vec{F}$ durant l'intervalle de temps $[0, t]$ en fonction de F , t et m .

Application numérique : calculer le travail lorsque $t = 10$ s.

Réponses numériques: 1-) $0,5m \cdot s^{-2}$. 3-) 250J.

Exercice 3 :

Un camion de masse $m = 15$ t, initialement immobile, est mis en mouvement de translation rectiligne par un ensemble de forces de somme $\vec{F}$, constante, parallèle à la trajectoire.

Il acquiert une vitesse $V = 72km \cdot h^{-1}$ en 2 min.

1. L'accélération du camion est-elle nulle à l'instant du démarrage ? Varie-t-elle au cours du mouvement ?
2. Exprimer le vecteur vitesse du camion à l'instant t en fonction de $\vec{F}$, m et t . en déduire $\|\vec{F}\|$.
3. Calculer l'énergie cinétique du camion à l'instant $t = 2$ min. En déduire la puissance mécanique moyenne de la force $\vec{F}$.
4. Exprimer la puissance instantanée de la force en fonction de F , t et m . Calculer cette puissance aux instants $t_1 = 1$ min et $t_2 = 2$ min.

Réponses numériques: 2-) $F = 2500$ N. 3-) 3.10^6 J ; 25 kW. 4-) 25 kW ; 50 kW.

Exercice 4 :

Une fusée saturne à une masse de 2000tonnes, pour le faire décoller, on fait fonctionner les cinq (5) moteurs du « 1^{er} étage », chacun d'eux créant sur la fusée une force verticale dirigée vers le haut et de valeur

$$f = 7.10^6 N.$$

1-) Calculer l'accélération de la fusée au décollage en supposant que sa masse reste constante.

2-) Calculer la distance parcourue par la fusée au bout de 10s et la vitesse atteinte de 1km de parcours.

$g = 9,8$ N/kg.

Exercice 5 :

Un train se compose d'une automotrice de masse $M_a = 51$ tonnes et deux remorques de masses respectives $M_1 = 27$ tonnes et $M_2 = 30$ tonnes. Au démarrage du palier, le moteur développe une force motrice parallèle à la voie et d'intensité égale à 72500N. Les forces résistantes opposées au déplacement sont évaluées à 230N par tonne.

Exercices de physique niveau Terminale

Quel est l'effort de traction exercé sur l'attelage :

1-) Entre les deux remorques;

2-) Entre la motrice et la 1^{ère} remorque ?

Réponses numériques: 1-) 20140N; 2-) 38260N.

2- Mouvements pendulaires

Exercice 1 :

Une automobile de masse $M = 100\text{kg}$ se déplace sur une route rectiligne horizontale. Les frottements qui s'opposent à l'avancement de l'automobile son équivalent à une force unique d'intensité $f = 500\text{N}$, quelle que soit la vitesse. On fixe au plafond de l'automobile un fil de masse négligeable soutenant une petite bille de masse $m = 20\text{g}$. La masse de la bille est négligeable devant celle de l'automobile.

- 1- L'automobile démarre et atteint en 15 s d'un mouvement uniformément accéléré la vitesse de 72km/h .
 - a- Calculer la force de traction du moteur.
 - b- Dans quel sens le fil dévie-t-il ?
 - c- Calculer l'angle α que le fil fait avec la verticale.
- 2- L'automobile se déplace à la vitesse constante de 72km/h .
 - a- Calculer la puissance fournit par le moteur à cette vitesse.
 - b- Quelle est la nouvelle position du fil soutenant la bille.
- 3- Le conducteur lancé à la vitesse précédente désire s'arrêter sur une distance de 50m.
 - a- En supposant le mouvement uniformément décéléré, calculer la valeur de la décélération et l'intensité de la force de freinage.
 - b- Calculer l'angle α_2 que le fil forme avec la verticale.

Exercice 2 :

Un pendule est constitué par une petite sphère suspendue par un fil. Ce pendule étant accroché sans osciller au plafond d'une voiture qui roule sur une route rectiligne horizontale, déterminer l'angle α qu'il forme avec la verticale dans les trois cas suivants :

- 1- Pendant le démarrage de la voiture avec une accélération constante, sachant que la vitesse de 90km/h est atteinte après un parcours de 100m.
- 2- Pendant le parcours horizontal en ligne droite, avec la vitesse constante de 90km/h . On prendra $g = 9,8\text{m/s}^2$.
- 3- Pendant que la voiture freine avec une accélération $a_x = -2\text{m/s}^2$.
- 4- Le fil est remplacé par un ressort de raideur $k = 5\text{N/m}$ soutenant la même sphère de masse $m = 100\text{g}$. Calculer la longueur du ressort dans chacun des cas ci-dessus sachant que sa longueur à vide est $l_0 = 30\text{cm}$.

Exercice 3 :

On constitue un accéléromètre en fixant au plafond d'un wagon un fil de masse négligeable qui soutient une petite masselotte de masse m .

- 1- La rame est animée d'un mouvement rectiligne uniformément accéléré.
 - a- Dans quel sens le fil de l'accéléromètre dévie-t-il ?
 - b- Le fil prend alors une inclinaison $\alpha_1 = 13^\circ$ par rapport à la verticale. Calculer l'accélération a_1 du mouvement de démarrage.
- 2- Lorsque la rame est lancée d'un mouvement uniforme à la vitesse de 72km/h , comment se déplacerait le fil par rapport à la verticale ?
- 3- Maintenant la rame freine jusqu'à l'arrêt avec un mouvement uniformément retardé en 10 s.
 - a- Dans quel sens le fil de l'accéléromètre dévie-t-il ?
 - b- Calculer l'angle α_2 qu'il forme avec la verticale.

Exercice 4 :

Exercices de physique niveau Terminale

1-) Un fil suspendu en O au plafond d'un wagon, supporte en A une boule ponctuelle, de masse $m = 500g$. Le wagon au repos sur une voie horizontale, démarre selon un mouvement uniformément accéléré et acquiert la vitesse de $36km/h$ en $50s$. Déterminer l'angle α formé par le fil OA et la verticale de O; $g = 9,8m.s^{-2}$.

2-) Le wagon descend une rame inclinée de l'angle $\beta = 12^\circ$ sur le plan horizontal. Le mouvement est uniformément accéléré, d'accélération $0,2m/s^2$. Quelle est l'inclinaison α' du fil OA par rapport à la verticale descendante ? Quel est le module de la tension du fil ?

Réponses numériques: $\alpha = 1^\circ 10'$; $\alpha' = 1^\circ 9'$; $T = 4,9N$.

Exercice 5 :

Une bille de masse $m = 50g$ suspendue en un point O par un fil inextensible de longueur $l = 50cm$ et de masse négligeable. Le système est mis en mouvement de rotation uniforme autour de l'axe vertical (Δ) contenant le point O avec une vitesse angulaire $\omega = 5 rad/s$. $g = 9,8m.s^{-2}$

1-) Calculer l'angle α dont le fil s'écarte de (Δ).

2-) Calculer la tension du fil.

Réponses numériques : 38° ; $0,625N$.

Exercice 6 :

Un axe vertical zz' peut entraîner, dans un mouvement de rotation un fil inextensible de longueur ℓ et de masse négligeable, à l'extrémité duquel on a fixé un solide ponctuel (S) de masse m .

a-) Montrer que le fil ne s'écarte de l'axe qu'à partir d'une certaine vitesse angulaire ω_0 qui ne dépend que de ℓ et du lieu de l'expérience.

b-) La vitesse angulaire de rotation étant $2\omega_0$ déterminer l'angle θ d'écart du fil ainsi que le module de la tension T du fil.

AN : $m = 0,2kg$; $g = 10N/kg$.

Réponses numériques: a-) $\omega_0 = \sqrt{\frac{g}{\ell}}$; b-) $\theta = 75,5^\circ$; $T = 8N$.

Exercice 7 :

Un solide ponctuel de masse m est attaché à un fil de masse négligeable fixé en un point A et de longueur l . L'ensemble tourne autour d'un axe vertical passant par A à raison de N tours par seconde. Exprimer en fonction de l , N et g l'angle α que fait le fil avec la verticale. Exprimer la tension T du fil. Quelle doit être la valeur de N pour que la tension du fil ait pour valeur $T = 3.m.g$? On donne :

$g = \pi^2 N/kg$, $l = 20 cm$.

Exercice 8 :

Une bille supposée ponctuelle de masse m est attachée à l'extrémité d'un fil inextensible, de masse négligeable de longueur l . L'autre extrémité du fil est attachée à un point A. L'ensemble tourne autour d'un axe vertical passant par A à raison de N tours par seconde.

1-) Exprimer en fonction de ℓ , N et g l'angle α que fait le fil avec la verticale.

2-) Donner l'allure de la courbe $\alpha = f(N)$.

3-) Exprimer la tension du fil.

4-) Quelle doit être la valeur de N pour que la tension du fil ait pour valeur $T = 3mg$? On donne

$g = \pi^2 SI$; $\ell = 20cm$.

Exercice 9 :

Dans un plan horizontal on fait tourner très rapidement, à vitesse angulaire constante α' un petit solide (S), de centre A et de masse $m = 20g$, relié par un fil de longueur $l = 25cm$ à un point fixe O. L'axe de rotation ZZ' , vertical, passe par O. Le centre de la trajectoire est O_1 .

a-) A partir de quelle vitesse de rotation (exprimée en tr/s) l'écart entre O et O_1 devient-il inférieur à $1mm$?

b-) Cette condition étant réalisée on considérera que O et O_1 sont pratiquement confondus. Etudier alors

Exercices de physique niveau Terminale

l'équilibre relatif du point A dans un repère lié à (S). Quelle tension minimale le fil doit-il pouvoir exercer ?

c-) A un instant donné, la vitesse de rotation étant 120rad/s , le fil se casse. Sur un schéma très clair, représenter la trajectoire circulaire et la nouvelle trajectoire après rupture du fil.

Donner avec précision la position du point de rencontre du solide (S) avec le sol horizontal sachant que le point O est à $h=1,25\text{m}$ du sol. ($g = 10\text{m.s}^{-2}$).

Réponses numériques: a-) $15,9\text{tr/s}$; b-) 50N .

Exercice 10 :

Un solide S de masse $m = 50\text{g}$ peut glisser sans frottement le long d'une tige rectiligne horizontale, fixée à un axe vertical (Δ). Ce solide est fixé à une extrémité d'un ressort de même axe que la tige. La longueur du ressort détendu est $l_0 = 20\text{cm}$. Sa constante de raideur vaut $k = 50\text{N/m}$. Quand l'ensemble tourne autour de (Δ) avec la vitesse angulaire ω la longueur du ressort devient l .

- 1- Établir la relation entre ω et l .
- 2- Pour quelle valeur de ω la longueur du ressort prend la valeur $l = 25\text{cm}$?

Exercice 11 :

Une petite sphère solide S de rayon négligeable et de masse $m = 200\text{g}$ est accrochée à un fil souple, de masse négligeable, inextensible et de longueur $l = 1\text{m}$. L'autre extrémité du fil est attachée à un point O.

- 1- On écarte la sphère de sa position d'équilibre ; le fil tendu fait alors un angle $\alpha_0 = 60^\circ$ avec la verticale. On lâche la sphère sans vitesse initiale.
 - a- Déterminer la vitesse du solide en fonction de l'angle α que fait le fil avec la verticale.
 - b- Calculer cette vitesse au passage à la position d'équilibre.
- 2- L'ensemble tourne à la vitesse angulaire ω constante autour d'un axe verticale Δ passant par O. le fil fait alors un angle constant $\theta = 30^\circ$ avec la verticale.
 - a- Trouver une relation entre l'angle θ et la vitesse angulaire ω . Calculer ω .
 - b- Exprimer puis calculer la tension du fil.

Exercice 12 :

Une bille de masse $m = 100\text{g}$ est suspendue en un point O par un fil inextensible de longueur $l=1\text{m}$ et de masse négligeable. Le pendule ainsi constitué peut effectuer des oscillations de part et d'autre de sa position d'équilibre. On l'écarte de la verticale d'un angle $\theta_0 = 45^\circ$ et on l'abandonne sans vitesse initiale. On suppose les frottements négligeables. On donne $g = 10\text{m.s}^{-2}$.

1-) A l'instant t , le fil fait un angle θ avec la verticale. Exprimer les coordonnées du vecteur accélération dans le repère de Frenet en fonction de θ , θ_0 et g .

2-) Calculer $\|\vec{a}\|$ et représenter sur un schéma le vecteur accélération $\vec{a}$ dans les trois cas : $\theta = \theta_0$; $\theta = 30^\circ$; $\theta = 0^\circ$.

3-) Exprimer la norme de la tension du fil en fonction de θ , θ_0 et g ; la calculer dans les trois cas précédents.

Réponses numériques : 1-) $a_N = 2g(\cos \theta - \cos \theta_0)$; $a_T = g \sin \theta$;

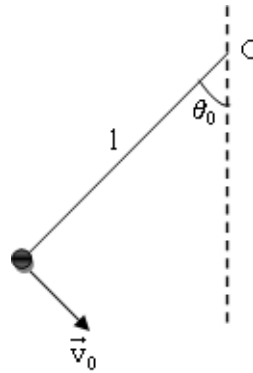
2-) $a_N = 0$; $a_T = 0$; $a_T = 7,07\text{m/s}^2$; $a_N = 3,18\text{m/s}^2$; $a_T = 0$;

3-) $T = mg(3 \cos \theta - 2 \cos \theta_0)$; $T_1 = 0,71\text{N}$; $T_2 = 1,18\text{N}$; $T_3 = 1,59\text{N}$.

Exercice 13 :

Une bille de masse m est suspendue en un point O par un fil inextensible de longueur l et de masse négligeable. Le pendule ainsi constitué est écarté de la verticale d'un angle θ_0 . On lance alors la bille fil tendu, avec un vecteur vitesse $\vec{v}_0$, vecteur tangent au cercle de centre O et de rayon l dirigé vers le bas. Au cours du mouvement, la position du pendule est repérée par l'angle θ d'inclinaison du fil avec la verticale (figure). On suppose les frottements négligeables.

Exercices de physique niveau Terminale



a-

1-) Calculer la valeur minimale de la norme de $\vec{v}_0$ pour que la bille effectue un tour complet, le fil devant rester tendu au cours du mouvement circulaire.

2-) Avec cette valeur minimale de v_0 , exprimer la vitesse de la bille lorsque celle-ci passe à la verticale du point O.

Réponses numériques: 1-) $v_0 \geq [gl(3 + 2 \cos \theta_0)]^{\frac{1}{2}}$; 2-) $v = \sqrt{gl}$.

Exercice 14 :

Un caillou de 2kg attaché à une corde de 0,6m tourne à 50tr/min en décrivant un cercle vertical.

1-) Calculer la tension de la corde quand :

a) Le caillou est au point le plus haut de sa trajectoire;

b) La corde est horizontale;

c) Le caillou est au plus bas de sa trajectoire. On donne $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$.

2-) Calculer la vitesse linéaire que doit avoir le caillou au point le plus haut afin que la tension de la corde soit nulle.

Réponses numériques: 1-) 13,3N; 32,9N; 52,5N; 2-) 2,42m/s.

Exercice 15 :

Un pendule simple, constitué d'une bille de masse $m = 50\text{g}$ et d'un fil très fin de longueur $l = 20\text{cm}$, est lancé de façon que le fil engendre un cône d'axe vertical et de demi-angle au sommet $\alpha = 60^\circ$, la bille étant animée d'un mouvement circulaire uniforme dans un plan horizontal. Calculer l'énergie qu'il a fallu fournir au pendule partant de sa position d'équilibre pour lui donner le mouvement actuel. On donne $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$.

Réponse numérique : 0,125J.

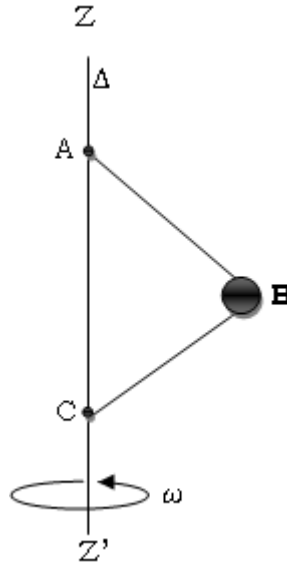
Exercice 16 :

Un pendule simple de masse $m = 100\text{g}$ et de période 1 s écarté de sa position d'équilibre d'un angle de 60° s'arrête après 500 oscillations. Que devrait être en Watt la puissance d'un dispositif électrique capable d'entretenir son mouvement.

Exercice 17 :

Une bille assimilable à un point matériel B, de masse m , est reliée par deux fils de masse négligeable à deux points A et C d'un axe Δ (figure).

Exercices de physique niveau Terminale



On note : $AB = BC = \ell$ et $AC = a$.

1-) La bille B tourne à vitesse angulaire ω constante autour de l'axe Δ . Les fils restent constamment tendus.

Calculer les tensions des fils en fonction de ω .

2-) Montrer que le fil BC n'est tendu qu'à partir d'une certaine valeur ω_0 de la vitesse angulaire.

Application numérique : $m = 0,6 \text{ kg}$; $\ell = 0,7 \text{ m}$; $a = 1 \text{ m}$; $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$;

$\omega = 8,0 \text{ rad.s}^{-1}$, puis $\omega = 4,0 \text{ rad.s}^{-1}$.

Réponses numériques: 1-) $T_1 = \frac{m\ell}{2} \left(\frac{2g}{a} + \omega^2 \right)$; $T_2 = \frac{m\ell}{2} \left(\omega^2 - \frac{2g}{a} \right)$.

2-) $T_2 > 0$; $\omega > \omega_0 = \sqrt{\frac{2g}{a}}$; $\omega_0 = 4,4 \text{ rad.s}^{-1}$

ω_1 : $T_1 = 17,6 \text{ N}$; $T_2 = 9,3 \text{ N}$. $\omega_2 < \omega_0$: $T_2 = 0$, $T_1 = 6,7 \text{ N}$.

Exercice 16 :

Un ascenseur de masse totale 1800 kg s'élève d'une hauteur h entre le rez-de-chaussée et un étage élevé d'une tour. $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$.

1-) La montée comporte trois (3) phases, durant $2,5 \text{ s}$ le mouvement est uniformément accéléré. Les 6 s suivantes, le mouvement est uniforme sur une distance de 42 m . Enfin, le mouvement est uniformément retardé durant 4 s jusqu'à l'arrêt. Déterminer la hauteur h .

2-) Calculer la force exercée par la câble sur l'ascenseur au cours de chacune des phases du mouvement.

3-) Exprimer pour chaque phase, la puissance développée par cette force en fonction du temps t . Quel est le travail de la force sur la distance h ?

Réponses numériques : 1-) $h = 65 \text{ m}$; 2-) $F_1 = 2,27 \cdot 10^4 \text{ N}$; $F_2 = 1,76 \cdot 10^4 \text{ N}$;
 $F_3 = 1,45 \cdot 10^4 \text{ N}$;

3-) $\mathcal{P}_1 = 63504t$; $\mathcal{P}_2 = 1,235 \cdot 10^5 \text{ W}$; $\mathcal{P}_3 = -25357(t - 8,5) + 101430$.

$W = 1,14 \cdot 10^6 \text{ J}$.

3- Solides glissant sur un support

Exercice 1 :

Une automobile de masse $m = 1000 \text{ kg}$ se déplace sur une route rectiligne et horizontale à la vitesse de 90 km/h . Les résistances dues au sol et à l'air sont équivalentes à une force de 450 N en sens contraire de la vitesse. Le conducteur freine et le moteur cesse d'agir. La voiture prend un mouvement uniformément

Exercices de physique niveau Terminale

retardé et s'arrête en 5 secondes. Quelle est la force de freinage ?

Réponse numérique: 4550N.

Exercice 2 :

Une automobile de masse $m = 1100\text{kg}$ descend en roue libre une cote rectiligne dont la pente est 8%. Partie sans vitesse initiale, elle atteint la vitesse 65km/h après une durée $t = 45,1\text{ s}$.

- Calculer l'accélération prise par l'automobile, si l'on suppose que le mouvement est uniformément accéléré.
- Calculer la valeur de la force de frottement.
- Quelle est la distance parcourue au cours de cette mesure ?

Exercice 3 :

Une luge glisse sans frottement le long d'un plan incliné rectiligne, du sommet duquel elle part sans vitesse initiale.

- En appliquant le théorème de l'énergie cinétique à la luge, trouver la relation entre V , la distance x , l'intensité g de la pesanteur et l'inclinaison α du plan.
- En déduire l'expression littérale de l'accélération du mouvement.
- La pente a pour longueur $l = 10\text{ m}$; la luge atteint le bas à la vitesse $V = 9,9\text{ m/s}$. En déduire la valeur de l'inclinaison α de la piste.

Exercice 4 :

Un solide S de masse $m = 4\text{ kg}$ glisse en suivant la ligne de plus grande pente d'un plan incliné.

- On donne au plan l'inclinaison $\alpha_1 = 30^\circ$; le solide est dans ces conditions animé d'un mouvement de vitesse constante $V = 1\text{ m/s}$. Montrer que le mobile est nécessairement soumis à une force de frottement $\vec{f}$. Quelle est la valeur de f ?
- La force de frottement garde la valeur précédente, mais on donne désormais au support l'inclinaison $\alpha_2 = 45^\circ$. Calculer l'accélération a du mouvement du solide S.

Exercice 5 : Un plan incliné d'un angle $\alpha = 30^\circ$ sur le plan horizontal. Un solide (S) de masse $m=200\text{g}$, part sans vitesse initiale, du sommet A de ce plan et glisse le long d'une droite AB de plus grande pente ($AB = l = 5\text{m}$).

- Quelle est la vitesse de (S) à son arrivée en B, si l'on suppose les frottements négligeables ? Quelle est alors la durée t de la descente ?
- En réalité cette durée est $t=2\text{s}$. En admettant une force de frottement constante pendant cette descente. Préciser les caractéristiques de la réaction exercée par le plan incliné sur (S) pendant le mouvement de celui-ci. On donne : $g = 10\text{m.s}^{-2}$.

Exercice 6 :

Un objet de masse $m=20\text{kg}$ glisse le long d'une ligne de plus grande pente d'un plan incliné d'un angle $\alpha = 30^\circ$ avec l'horizontale. La somme $\vec{R}$, supposée constante, des forces de contacts réparties en surface exercées par le plan sur l'objet fait un angle β avec la normale au plan.

- Exprimer l'accélération du mobile en fonction de α, β, m, R et g .
- Lâché sans vitesse initiale, le mobile parcourt une distance $l=5\text{m}$ en une durée $t=1,7\text{s}$. Calculer l'accélération ($g = 10\text{m.s}^{-2}$).
- Calculer l'angle β et la norme de $\vec{R}$.

Réponses numériques: 1-) $a = g \sin \alpha - \frac{R}{m} \sin \beta$; 2-) $3,47\text{m/s}^2$; 3-) $R_x = 31\text{N}$; $\beta = 10^\circ$; $R = 176\text{N}$.

Exercice 7 :

Un traîneau peut glisser en suivant la plus grande pente d'un plan incliné d'un angle α . La réaction $\vec{R}$, somme des forces de contact du sol sur le traîneau, comporte une composante $\vec{R}_n$ normale au plan et une composante $\vec{R}_t$ est parallèle au plan incliné et de sens opposé au vecteur vitesse du traîneau. On

Exercices de physique niveau Terminale

montre expérimentalement que lorsqu'il ya mouvement : $\frac{R_t}{R_n} = f$, où f est le coefficient de frottement qui dépend de l'état des surfaces en contact. S'il n'y'a pas de mouvement : $\frac{R_t}{R_n} < f$.

1. Exprimer l'accélération du traîneau en fonction de α , f et g .
2. Calculer la valeur α_m minimale pour que le glissement ait lieu.
On donne : $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$; $f = 0,15$.
3. Calculer l'accélération pour $\alpha = 2\alpha_m$.
4. Calculer l'angle $\beta = (\vec{R}_n; \vec{R})$.

Réponses numériques : 1-) $a = g(\sin \alpha - f \cos \alpha)$; 2-) $\alpha_m = 8,5^\circ$;
3-) $a = 1,46 \text{ m.s}^{-2}$; $\beta = 8,5^\circ$;

Exercice 8 :

Un mobile glisse sans frottement sur un aérobus incliné d'un angle α par rapport au plan horizontal. Un dispositif approprié permet de connaître les positions d'un point A du mobile à des intervalles de temps égaux à $\tau = 0,1 \text{ s}$. On a ainsi cinq (5) positions notées A_1, A_2, A_3, A_4, A_5 . Les mesures donnent : $A_1A_2 = 12,0 \text{ cm}$; $A_1A_3 = 26,4 \text{ cm}$; $A_1A_4 = 43,2 \text{ cm}$; $A_1A_5 = 62,4 \text{ cm}$.

- a. Quelle est la nature du mouvement du mobile ? Calculer la valeur de l'angle α .
- b. Le mobile étant parti du repos à la date $t=0$, déterminer à quelle date t_1 le point A se retrouve en A_1 et la distance x_1 parcourue alors depuis le départ, $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$.

Réponses numériques : $\alpha = 14,2^\circ$; $t_1 = 0,45 \text{ s}$; $x_1 = 24,3 \text{ cm}$.

Exercice 9 :

Un mobile de masse m glisse le long de la ligne de plus grande pente d'une table inclinée d'un angle α par rapport au plan horizontal. Ce mobile a été lâché sans vitesse et l'enregistrement du mouvement du centre d'inertie a été déclenchée à une date quelconque, que l'on prend comme origine des dates, la position correspondante est choisie comme origine des abscisses. Le tableau ci-dessous donne les abscisses du centre d'inertie du solide sur la trajectoire en fonction du temps.

t(s)	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
x(cm)	0	7,5	18	31,5	48	67,5	90

1-) a) Les intervalles de temps séparant deux mesures consécutives sont suffisamment courts pour qu'on puisse confondre les valeurs des vitesses instantanées et des vitesses moyennes. Calculer les valeurs de la vitesse aux dates 0,05s; 0,15s ; ...; 0,55s. Tracer la courbe représentant la vitesse du mobile en fonction du temps.

b) En déduire l'accélération du mobile, sa vitesse à la date $t=0$, ainsi que sa date de départ.

2-) On suppose tout d'abord les frottements négligeables. Etablir l'expression de l'accélération du mobile, et en déduire la valeur de l'angle α .

3-) En réalité la mesure directe de α donne 23° . On supposera que la seule force de frottement qui s'exerce sur le mobile est la composante tangentielle de la réaction de la table et qu'elle est constante. Donner alors les caractéristiques (norme et direction), de la réaction exercée par la table sur le mobile. On représentera l'ensemble des forces sur un schéma soigné.

On donne : $m = 200 \text{ g}$; $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$.

Réponses numériques : 1-) b) $v = 3t + 0,6$; $a = 3 \text{ m/s}^2$; $v = 0,6 \text{ m/s}$; $t = -0,2 \text{ s}$.

2-) $\alpha = 17,4^\circ$. 3-) $f = 0,18 \text{ N}$; $\vec{R} = 1,84\vec{j} - 0,18\vec{i}$; $\beta = 5,6^\circ$ par rapport à la normale au plan incliné; $\|\vec{R}\| = 1,85 \text{ N}$.

Exercice 10 :

Un solide est tiré le long de la ligne de plus grande pente d'un plan incliné par un câble parallèle à ce plan qui fait un angle α avec l'horizontale. La masse m du solide est égale à 980 kg .

1-) Le mouvement comporte trois (3) phases.

Exercices de physique niveau Terminale

- 1^{ère} phase : le mouvement est d'abord uniformément accéléré durant le temps Δt ;
- 2^{ème} phase : le mouvement est uniforme durant 6s, sur une distance de 36m;
- 3^{ème} phase : le mouvement est uniformément retardé pendant une même durée Δt jusqu'à l'arrêt. Sachant que la distance parcourue est de 60m, calculer la durée totale du trajet effectué par le solide.

2-) Le déplacement se fait sans frottement. Déterminer la force de traction du câble et la réaction du sol sur le solide au cours des trois phases du mouvement. On donne : $\alpha = 20^\circ$, $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$.

3-) Déterminer la puissance exercée par la force de traction pendant la 2^{ème} phase.

Réponses numériques: 1-) 14s; 2-) $T_1 = 4755 \text{ N}$; $T_2 = 3285 \text{ N}$; $T_3 = 1815 \text{ N}$;

3-) 19,7kW .

Exercice 11 :

Un traîneau de masse $m = 200 \text{ kg}$ est tiré suivant une ligne de plus grande pente d'un plan incliné par l'intermédiaire d'un câble faisant un angle β avec celle-ci.

1-) La tension du câble vaut $T = 1000 \text{ N}$. Le mouvement étant uniforme de vitesse $v = 10 \text{ km/h}$, déterminer la réaction $\vec{R}$ somme des forces de contact exercées par le sol sur le traîneau (norme et inclinaison par rapport à la normale au plan incliné). On donne $\alpha = 20^\circ$; $\beta = 30^\circ$; $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$.

2-) On augmente la tension, et le mouvement du traîneau devient uniformément accéléré.

- a) Les forces de frottements exercées par le sol restent identiques, la réaction $\vec{R}$ est-elle modifiée ?
- b) La vitesse du traîneau passe de 10 km/h à 20 km/h sur une distance de 10 m . Calculer la puissance exercée par la tension du câble lorsque la vitesse vaut 15 km/h .

Réponses numériques: 1-) $R_x = -182 \text{ N}$; $R_y = 1380 \text{ N}$; $R \cong 1392 \text{ N}$; inclinée de $\gamma = 7,5^\circ$ avec la normale au plan. 2-) a) $R' < R$; $\gamma' > \gamma$ avec $R_x = \text{constante}$;
b) $a = 1,16 \text{ m.s}^{-2}$; $T = 1,27 \cdot 10^3 \text{ N}$; 4,58kw.

Exercice 12 :

Une voiture de masse 800 kg roulant à $75,6 \text{ km/h}$ aborde une route dont la pente est de 5% (5m de dénivellation pour un parcours de 100m). Le conducteur débraye le moteur en arrivant en A. L'ensemble des frottements équivaut à une force unique, opposée à la vitesse, d'intensité constante 160 N . On donne $g = 10 \text{ m/s}^2$.

1-) Quelle est la longueur maximale parcourue ?

2-) Quelle est la durée de cette montée ?

3-) Quand le véhicule repasse-t-il par son point de départ A ? Quelle est alors sa vitesse ? Est-elle identique à la vitesse qu'il avait en A au début de la montée ? Pourquoi ?

Réponses numériques: 1-) 315m; 2-) 30s; 3-) 45,83s; $v = 13,75 \text{ m/s}$.

Exercice 13 :

Un mobile de masse $m = 20 \text{ kg}$, lancé avec une vitesse $v_0 = 4 \text{ m/s}$, en mouvement de translation rectiligne, le long d'une ligne de plus grande pente d'un plan incliné d'un angle $\alpha = 20^\circ$ avec l'horizontale ($g = 9,8 \text{ m/s}^2$). Les forces de frottements sont équivalentes à une force f opposée à la vitesse et de norme supposée constante $f = 40 \text{ N}$.

1. En appliquant le théorème de l'énergie cinétique, déterminer la distance parcourue par le mobile avant qu'il ne s'arrête.
2. Arrivé au sommet de sa trajectoire, le mobile redescend. Indiquer sur un schéma les forces extérieures appliquées à ce mobile au cours de la descente. Qu'y'a-t-il de changement par rapport à la montée ?
3. Calculer la vitesse avec laquelle le mobile repasse par sa position initiale. Quelle serait cette vitesse si les frottements étaient négligeables ?

Réponses numériques: 1-) $\ell \cong 1,5 \text{ m}$; 2-) la réaction change d'orientation;
3-) 2 m/s .

Exercices de physique niveau Terminale

Exercice 14 :

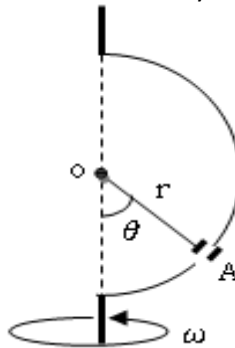
Une automobile de masse $M=1600\text{kg}$ est telle que sa résistance à l'avancement est équivalente à une force constante de $0,5\text{N/kg}$, dirigée en sens contraire du mouvement.

1. Le démarreur est en panne. La voiture est abandonnée, sans vitesse initiale, au sommet d'une côte. La route est rectiligne incliné d'un angle sur l'horizontale. Au bout de quelle distance L la vitesse est-elle de 22km/h ? On néglige l'énergie cinétique des pièces en rotation dans l'automobile. On donne : $\sin \alpha = 10\%$; $g = 9,8\text{m.s}^{-2}$.
2. L'automobile aborde alors une voie horizontale. Le chauffeur embraye rapidement. Sa vitesse tombe à $10,8\text{km/h}$ sur une distance de 8m . Evaluer le travail résistant nécessaire à la mise en marche du moteur.

Réponses numériques: 1-) $l = 38,9\text{m}$; 2-) $-16,3\text{kJ}$.

Exercice 15 :

Un petit manchon A de masse m peut glisser sans frottement le long d'un guide lisse en forme de demi-cercle de centre O et de rayon r (figure).



L'ensemble est mis en rotation à la vitesse angulaire constante ω autour d'un axe vertical Δ . Le manchon A décrit alors une trajectoire circulaire dans un plan horizontal. Sa position sur le guide est repérée par l'angle θ .

- 1-) Exprimer la norme R de la réaction $\vec{R}$ du guide sur le manchon en fonction de la vitesse angulaire ω .
- 2-) Montrer que l'angle θ est fonction de ω . Déterminer la valeur minimale de ω .
- 3-) Le plan de la trajectoire peut-il contenir le point O ?

Réponses numériques : 1-) $R = m\omega^2 r$; 2-) $\cos \theta = \frac{g}{r\omega^2}$; $\omega > \sqrt{\frac{g}{r}}$.

3-) Non : pour $\theta \rightarrow \frac{\pi}{2}$, $\omega \rightarrow \infty$.

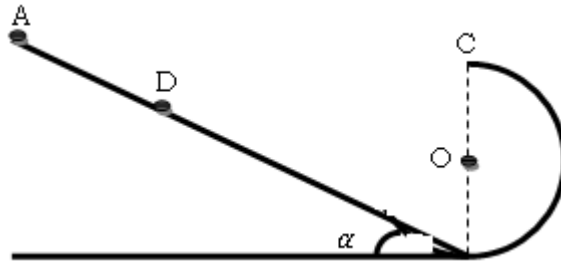
Exercice 16 :

Une piste est constituée d'une partie rectiligne AB, de longueur $l=5\text{m}$, incliné d'un angle $\alpha = 15^\circ$ avec l'horizontale, suivie d'une partie circulaire de rayon $r = 0,50\text{m}$. L'ensemble de la piste est situé dans un plan vertical.

- 1-) Un mobile ponctuel de masse $m=200\text{g}$ est lâché de A sans vitesse. Il est soumis le long du trajet AB à une force de frottement constante f . Il passe en B à la vitesse V_B de valeur 3m/s . L'intensité de la pesanteur est $g=9,8\text{m/s}^2$. Exprimer et calculer l'intensité de la force de frottement.
- 2-) Le mobile se déplace maintenant sans frottement. On le lâche sans vitesse d'un point D situé entre A et B tel que $DB=x$. On suppose que le changement de pente en B ne provoque pas de variation de la vitesse.
 - a) Exprimer la vitesse V_C du mobile en C en fonction de r, α, x et g .
 - b) Exprimer en fonction de r, α, x, g et m l'intensité de la réaction exercée par la piste sur le mobile en C.

Exercices de physique niveau Terminale

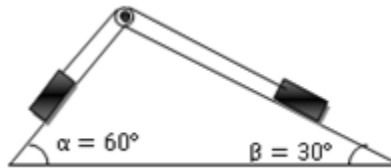
- c) Quelle valeur minimale faut-il donner à x , pour que le mobile quitte la partie circulaire de la piste en C ?



Réponses numériques : 1-) $f=0,33\text{N}$, 2-) a) $V_C = \sqrt{2g(x \sin \alpha - 2r)}$,
b) $R = mg \left[\frac{2}{r}(x \sin \alpha - 2r) - 1 \right]$, c) $x = \frac{5r}{2 \sin \alpha} = 4,8\text{m}$.

Exercice 17 :

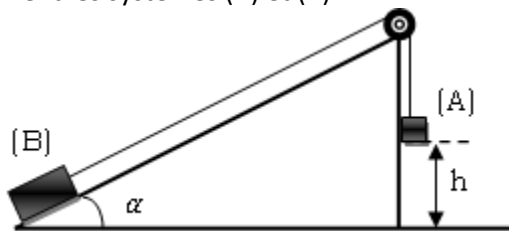
Les corps A et B de masses $m_A = m_B = 5\text{kg}$, glissent sans frottement. Les masses du fil et de la poulie sont négligeables, la poulie tourne sans frottement autour de son axe horizontal. Calculer les accélérations de A et B, et la tension du fil. $g = 10\text{m.s}^{-2}$.



Réponse numérique : 34,15N.

Exercice 18 :

Soit le dispositif de la figure ci-dessous. Les corps (A) et (B) sont de même masse $m = 1\text{kg}$. On donne : $h = 1,25\text{m}$; $\alpha = 30^\circ$ et $g = 9,8\text{m/s}^2$. Les fils sont inextensibles et leurs masses ainsi que celles des poulies étant négligeables, on démontre que la valeur de la tension du fil est la même de part et d'autre de la poulie. Le glissement de (B) sur le plan incliné s'effectue sans frottement. Le système étant libéré à la date $t = 0$, à quelle date t' le corps (A) repassera-t-il pour la 1^{ère} fois par sa position de départ ?
NB : On considèrera successivement les systèmes (A) et (B).



Réponse numérique: $t' = 3$ secondes.

INTERACTION & CHAMPS GRAVITATIONNELS

Exercice 1 :

On utilise les notations suivantes : masse de la terre : M_T ; rayon de la terre : R_T ; constante de gravitation : G .

1-) Rappeler la loi de la gravitation universelle et en admettant que le poids P d'un corps de masse m est uniquement dû à la force d'attraction terrestre, exprimer l'intensité de la pesanteur au niveau du sol g_0 en fonction de M_T , R_T et G .

2-) Exprimer g à l'altitude h en fonction de g_0 , R_T et h . Montrer que si h est petit vis-à-vis de R_T on peut

Exercices de physique niveau Terminale

écrire $g \cong g_0 \left(1 - \frac{2h}{R_T}\right)$. AN :

a) A quelle altitude a-t-on $g = \frac{g_0}{2}$? ($R_T = 6400\text{km}$).

b) Quelle est la variation relative de g quand on s'élève de 320m à partir du sol ?

Réponses numériques: 2-) a) $h = 2650\text{km}$; b) $\frac{\Delta g}{g_0} = 10^{-4}$.

Exercice 2 :

1-) A quelle distance de la Terre le champ gravitationnel de celle-ci compense-t-il celui de la Lune ? La distance entre la Terre et la Lune est $3,84.10^8\text{m}$. Le rapport des masses vaut : $\frac{M_T}{M_L} = 81$.

2-) Jules Verne pensait que c'était seulement au point ainsi déterminé que des voyageurs se dirigeant vers la Lune dans un véhicule spatial, moteur arrêté, seraient en état d'impesanteur. Avait-il raison ?

Réponses numériques : 1-) $d_T = 0,9d$; 2-) Non.

Exercice 3 :

Montrer que la valeur du champ de pesanteur à la surface d'un astre ne dépend que du rayon R et de la masse volumique moyenne ρ de cet astre.

AN : Quelle est la valeur de g :

a-) A la surface de la lune;

b-) A la surface de Mars.

Lune ($R_L = 1740\text{km}$; $\rho_L = 3360\text{ kg/m}^3$); Mars ($R_M = 3380\text{km}$; $\rho_M = 3900\text{ kg/m}^3$).

Réponse numérique: $g = 2,79.10^{-10}R.\rho$.

Exercice 4 :

Une année Jupiter est 12 fois plus longue que sur la terre. On demande :

1-) La distance de Jupiter au soleil en rayons de l'orbite (distance terre-soleil).

2-) La vitesse et l'accélération de Jupiter dans le repère de Copernic. On donne : distance terre-soleil $d = 149,5.10^6\text{km}$.

Réponses numériques : $5,24d$; 13km/s ; $2,2.10^{-4}\text{ m/s}^{-2}$.

Exercice 5 :

1-) Retrouver la 3^{ème} loi de Kepler en considérant qu'une planète décrit une trajectoire circulaire uniforme dans un repère de Copernic considéré galiléen.

2-) En supposant une planète animée d'un mouvement circulaire uniforme autour du soleil, montré que la 3^{ème} loi de Kepler implique qu'elle soit soumise à une force en $\frac{1}{r^2}$.

Exercice 6 :

On considère un satellite de la terre ayant une orbite circulaire dont le centre est confondu avec le centre de la terre.

a- Trouver une relation la période T du satellite à sa distance r au centre de la terre. On donne l'intensité de la pesanteur à la distance r du centre de la terre :

$$g = g_0 \frac{R_T^2}{r^2} ; R_T = 6\,400\text{ Km} ; g_0 = 9,8\text{ m/s}^2.$$

b- En supposant que la lune a autour de la terre un mouvement circulaire uniforme de période $T = 2,36.10^6\text{ s}$, calculer la distance du centre de la terre au centre de la lune.

Exercice 7 :

Une fusée de masse $m_0 = 100\text{ tonnes}$ est destinée à placer un satellite en orbite autour de la terre.

a- Calculer l'accélération de la fusée lorsqu'elle quitte la terre sachant que les moteurs exercent une force verticale d'intensité $f = 2.10^8\text{ N}$. On néglige les forces de frottement. Au niveau du sol, $g_0 = 9,8\text{ m/s}^2$.

b- Le satellite de masse m a une orbite circulaire de rayon $r = R + Z$ dans le plan équatorial terrestre à l'altitude $Z = 36.000\text{ Km}$. L'accélération de la pesanteur à l'altitude Z vaut :

Exercices de physique niveau Terminale

$$g(z) = g_o \frac{R^2}{(R+z)^2} ; g_o = 9,8 \text{ m/s}^2.$$

En précisant le référentiel choisi, calculer la vitesse du satellite et sa période de révolution. On donne $R = 6\,400 \text{ Km}$.

Exercice 8 :

On désigne par R le rayon de la terre, M la masse de la terre, G la constante de gravitation universelle et h l'altitude.

- 1- A partir de la loi de l'attraction universelle, établir l'expression l'intensité du champ de gravitation terrestre $\vec{g}$ en fonction de G, M, R et h .
Quelle est l'intensité du vecteur champ de gravitation terrestre $\vec{g}_o$ au sol ?
En déduire l'expression de g en fonction de g_o, R et h .
- 2- La navette spatiale Columbia a été placée sur une orbite circulaire, à l'altitude $h = 250 \text{ km}$.
Etablir, dans un repère géocentrique, les expressions de la vitesse V de ce satellite et de sa

Exercice 9 :

On donne la constante de gravitation notée $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$.

On étudie le mouvement d'un satellite de la planète Saturne de masse M . Le mouvement du satellite, assimilable à un point matériel de masse m , est étudié dans un référentiel considéré comme galiléen, muni d'un repère ayant une origine au centre O de la planète et ses trois (3) axes dirigés vers des étoiles fixes. On admet que Saturne a une distribution de masse sphérique et que l'orbite du satellite est un cercle de centre O et de rayon r .

- 1-) Indiquer les caractéristiques de la force gravitationnelle exercée par Saturne sur le satellite.
- 2-) En déduire que le mouvement du satellite est uniforme.
- 3-) Exprimer la vitesse v et la période T du satellite en fonction de G, r et M .

Montrer que le rapport $\frac{r^3}{T^2}$ est constant.

4-) Sachant que la période de révolution du satellite Mimas est $T = 22,6 \text{ h}$ et que le rayon de son orbite est $r = 185\,500 \text{ km}$. Calculer la masse M de saturne.

5-) Un autre satellite de saturne, Rhéa, a une période $T' = 108,4 \text{ h}$. En déduire le rayon r' de l'orbite de Rhéa.

Réponses numériques : 4-) $5,7 \cdot 10^{26} \text{ kg}$; 5-) $5,27 \cdot 10^8 \text{ m}$.

Exercice 10 :

Donnée : Rayon de la terre : $R = 6370 \text{ km}$; accélération de la pesanteur au sol : $g_o = 9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.

Un satellite artificiel décrit une orbite circulaire de même centre que la terre.

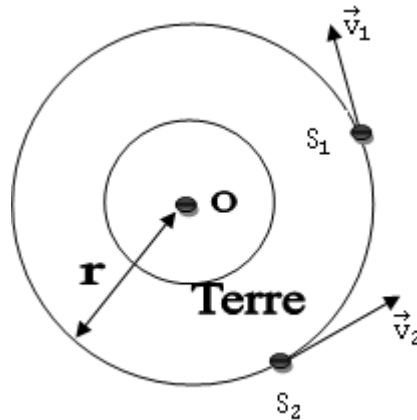
- 1-) Préciser la nature et les caractéristiques de la force responsable du mouvement.
- 2-) La durée d'une révolution est $T = 2 \text{ h } 10 \text{ min}$. Calculer
 - a) L'altitude à laquelle il évolue ;
 - b) Le module de sa vitesse ;
 - c) La valeur de l'intensité du champ de gravitation à l'altitude où évolue le satellite.

Réponses numériques: 2-) a) $h = 2,12 \cdot 10^6 \text{ m}$; b-) $6,84 \cdot 10^3 \text{ m/s}$; c) $5,52 \text{ N/kg}$.

Exercice 11 :

Un satellite artificiel S_1 de masse m_1 , assimilable à un point matériel. Dans un repère géocentrique, supposé galiléen, son orbite est assimilable à un cercle de rayon r et de même centre O que la terre. Le satellite n'est soumis qu'à l'attraction terrestre.

Exercices de physique niveau Terminale



1-) Exprimer la valeur v_1 de la vitesse de ce satellite en fonction de la constante de gravitation G , de la masse m_T de la terre et de r .

AN : $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-1}$; $m_T = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$; $r = 7000 \text{ km}$.

2-) Un véhicule spatial S_2 de masse m_2 est sur la même orbite que S_1 , ses moteurs éteints. A-t-il la même vitesse que S_1 ?

3-) Les astronautes de S_2 cherchent à rejoindre S_1 en restant sur la même orbite de rayon r . Pour cela, ils allument un moteur auxiliaire, faisant passer la vitesse de v_1 à v_2 .

a) Indiquer la direction et l'orientation de la force $\vec{f}$ exercée par le moteur.

b) Exprimer la forme f en fonction de m_2 , r , v_1 et v_2 . Dans le cas où $v_2 - v_1$ est très inférieur à v_1 , on utilisera l'approximation : $v_2^2 - v_1^2 \cong 2v_1(v_2 - v_1)$.

AN : $v_2 - v_1 = 5 \text{ m/s}$; $m_2 = 2 \cdot 10^3 \text{ kg}$.

Réponses numériques : 1-) 7600 m/s ; 3-) $\frac{m_2 v_2^2}{r} = m_2 \frac{GM_T}{r^2} + f$. $f = 22 \text{ N}$.

Exercice 12 :

Un satellite décrit autour de la terre une trajectoire circulaire à une altitude initiale $h=650 \text{ km}$.

1-) Calculer dans le repère géocentrique la vitesse linéaire V de ce satellite en supposant l'altitude constante. Calculer la période T du satellite.

2-) Par suite des frottements dans l'atmosphère l'altitude du satellite décroît de $\frac{1}{1000}$ de sa valeur à chaque tour. Vérifier que les altitudes du satellite à la fin du premier, deuxième, troisième, ... $n^{\text{ième}}$ tour sont en progression géométrique.

3-) Au bout de combien de tours environ cette altitude devient-elle égale à 620 km ?

Exercice 13 :

Un satellite de masse $M = 500 \text{ kg}$ est animé d'un mouvement circulaire uniforme de période $1\text{h}37\text{min}$ sur une trajectoire de 7000 km de rayon et dont le centre est celui de la terre.

a-) Calculer l'énergie cinétique du satellite. On ne tiendra pas compte de l'éventuelle rotation du satellite sur lui-même.

b-) Énoncer le théorème de l'énergie cinétique. L'appliquer au satellite précédent entre deux instants quelconques pour trouver le travail des forces agissant sur lui au cours du déplacement correspondant.

c-) Expliquer le résultat obtenu en étudiant la direction de la force qui s'exerce à chaque instant sur le satellite.

Réponse numérique : $E_c = 1,43 \cdot 10^{10} \text{ J}$.

Exercice 14 :

Un satellite de masse $M=2000 \text{ kg}$ tourne autour de la terre à l'altitude $h=600 \text{ km}$. Sa vitesse linéaire est $v = 27600 \text{ km/h}$. Calculer les énergies cinétique, potentielle et mécanique totale du satellite.

Exercices de physique niveau Terminale

On donne : $g_0 = 9,8 \text{ m/s}^2$; $R_T = 6400 \text{ km}$.

Réponses numériques: $E_c = 5,878 \cdot 10^{10} \text{ J}$; $E_p = 1,075 \cdot 10^{10} \text{ J}$; $E_T = 6,953 \cdot 10^{10} \text{ J}$.

MOUVEMENT DANS UN CHAMP DE PESANTEUR

Exercice 1 :

Un projectile est lancé verticalement de la surface du sol. Un système de détection enclenche un chronomètre à l'instant du départ et enregistre les dates t_1 et t_2 de passage du projectile dans le plan horizontal d'altitude h .

Déterminer la vitesse de lancement V_0 et l'altitude h en fonction de des dates t_1 et t_2 .

Application numérique : $t_1 = 0,875 \text{ s}$; $t_2 = 9,329 \text{ s}$; $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$.

Réponses numériques: $v_0 = 50 \text{ m/s}$, $h = 40 \text{ m}$.

Exercice 2 :

Un projectile est tiré du sol d'un point O avec une vitesse $\vec{V}_0$ qui fait un angle α avec le plan horizontal.

- 1- Ecrire l'équation de la trajectoire du projectile.
- 2- Le projectile retombe sur le sol horizontal en un point C . Calculer la distance OC pour $\alpha = 27^\circ$; $V_0 = 60 \text{ m/s}$.
- 3- On retire du même point O un autre projectile avec une vitesse de 60 m/s mais en modifiant la valeur α de l'angle de tir. Quelle doit être la valeur de α pour que le projectile retombe le plus loin possible du point O ?
- 4- On tire un troisième projectile du même point O avec toujours la vitesse de 60 m/s . Le tireur veut atteindre une cible située dans le même horizontal que le point O à une distance de 60 m . Quelles sont les valeurs de α qui permettent d'atteindre la cible ?

Exercice 3 :

Dans une immense plaine, une armée décide de bombarder les premières tranchées ennemies. Les obus ont une vitesse de 200 m/s à la sortie du canon. En négligeant les frottements de l'air, dire à quelle distance de l'ennemi l'artillerie doit-elle se placer ?

Réponse numérique : $4,1 \text{ km}$.

Exercice 4 :

Un projectile de masse $m = 0,4 \text{ kg}$, est lancé avec une vitesse initiale $V_0 = 42 \text{ m/s}$ dans une direction qui fait un angle de 45° avec la verticale. Quelle est la plus faible valeur de l'énergie cinétique du projectile au cours de son mouvement ? situer le point où cette valeur est atteinte.

Exercice 5 :

On se propose d'étudier un coup franc direct en football en faisant les hypothèses simplificatrices :

- Le ballon est un solide ponctuel ;
- L'influence de l'air est négligeable ;
- Le champ de pesanteur est uniforme et a la valeur $g = 10 \text{ N/kg}$.

Le ballon est posé en O sur le sol horizontal, face au but AB de hauteur $h = 2,44 \text{ m}$ et à une distance $d = 25 \text{ m}$ de celui-ci.

Le joueur, tirant le coup franc, communique au ballon une vitesse $\vec{V}_0$ dans le plan $(O; \vec{i}; \vec{j})$, inclinée par rapport à l'horizontale d'un angle $\alpha = 30^\circ$.

- 1- Montrer que la trajectoire du ballon est plane.
- 2- Déterminer l'équation de la trajectoire du ballon en fonction de g ; α et V_0 .
- 3- Quelle doit être la vitesse initiale du ballon pour qu'il pénètre dans le but au ras de la barre transversale ?

Exercice 6 (Extrait du BAC, SE 2014)

Une pièce d'artillerie est orientée d'un angle de 45° par rapport au plan horizontal.

Un objectif placé sur le même plan horizontal est atteint $38,1 \text{ s}$ après la mise à feu. En négligeant la résistance de l'air et prenant $g = 9,8 \text{ m/s}^2$; calculer :

Exercices de physique niveau Terminale

- 1-) La vitesse initiale du projectile ;
- 2-) La distance à laquelle est placé l'objectif.

Réponses numériques : 1-) $V_0 \approx 264 \text{ m/s}$; 2-) $x \approx 7,113 \text{ km}$.

Exercice 7 :

Un projectile est tiré du sol avec une vitesse initiale $\vec{v}_0$, l'angle de tir est α .

- 1-) Etablir l'équation de la trajectoire du projectile.
- 2-) Lorsque le projectile se trouve à l'altitude h , le vecteur vitesse $\vec{v}$ fait avec le plan horizontal un angle β . Etablir la relation donnant V en fonction de h , v_0 et g (intensité de la pesanteur).

Etablir la relation qui lie v , v_0 , α et β .

Etablir la relation $h = \frac{v_0^2}{2g} \left(1 - \frac{\cos^2 \alpha}{\cos^2 \beta} \right)$.

Trouver l'altitude maximale atteinte pour $v_0 = 20 \text{ m/s}$; $\alpha = 20^\circ$.

Exercice 8 (Extrait du BAC, SM 2013)

On lance un projectile avec une vitesse de 30 m/s à partir du sol horizontal.

L'angle de tir vaut 60° .

- 1-) Déterminer l'équation de la trajectoire dans un repère lié au sol dont l'origine coïncide avec le point de lancement.
- 2-) Calculer la flèche du tir.
- 3-) Quelle doit être la valeur de l'angle de tir pour que la flèche soit maximale ? Quelle hauteur le projectile atteint-il alors ?
- 4-) En quel point E le projectile atteint-il un plan incliné d'un angle de 30° sur l'horizontal ?

Réponses numériques : 1-) $y = -2,18 \cdot 10^{-2} x^2 + 1,73x$; 2-) $h = 34,4 \text{ m}$

$\alpha = 90^\circ$; $h_{\max} = 46 \text{ m}$; 4-) $d \approx 60,67 \text{ m}$.

Exercice 9 (Extrait du BAC, SM 2014)

Un archer tire une flèche sur un objectif et désire qu'elle atteigne le centre d'une cible placée à la distance $D=50 \text{ m}$ et à la hauteur $h=0,5 \text{ m}$ au-dessus de la ligne horizontale au départ.

- 1-) Etablir l'équation de la trajectoire du centre d'inertie G de la flèche.
- 2-) Quelle est la valeur de l'angle d'inclinaison de la flèche au départ par rapport au plan horizontal lorsque la vitesse initiale $V_0 = 50 \text{ m/s}$?
- 3-) Quelle est la solution la plus probable ? (On négligera la résistance de l'air et on prendra $g=9,8 \text{ SI}$).

Réponses numériques : 2-) $\alpha_1 = 84,34^\circ$; $\alpha_2 = 6,22^\circ$.

Exercice 10 :

Un gravier assimilé à un point G est projeté par le pneu d'un camion vers l'arrière dans le plan vertical repéré par $(Ox; Oy)$. Le gravier en O à l'instant $t = 0$ a une vitesse $\vec{V}_0$ qui fait avec l'axe Ox un angle α . Les frottements sont nuls.

- 1- Etablir les équations horaires $x_G(t)$ et $y_G(t)$ du mouvement du gravier et l'équation cartésienne de sa trajectoire dans le repère $(Ox; Oy)$.
- 2- Donner l'allure de la trajectoire du gravier.
- 3- Le gravier vient frapper une voiture en un point M de son pare-brise. A l'instant initial ou le gravier est projeté, le point M est à la distance $d = 44 \text{ m}$ de l'axe Oy . La voiture suit le camion selon la direction Ox avec une vitesse constante $V = 90 \text{ km/h}$. Etablir les équations horaires du mouvement de M dans $(Ox; Oy)$.
- 4- Déterminer la date t_1 à laquelle se produit l'impact du gravier sur le pare-brise. En déduire la hauteur au-dessus du sol du point d'impact.

Exercice 11 :

Deux obus sont tirés successivement par un canon à θ secondes d'intervalle sous des angles de 60° et 30° , et avec la vitesse de 200 m/s . Déterminer θ afin que les deux obus se rencontrent. On donne

Exercices de physique niveau Terminale

$g=10\text{m/s}^2$.

Réponses numériques : $\theta = 20(\sqrt{3} - 1) \approx 15$ secondes.

Exercice 12 :

Depuis le balcon d'un immeuble situé à une quinzaine de mètres au-dessus du sol, un enfant, à l'aide d'un lance-pierres, essaie d'atteindre des noix qui tombent d'un noyer voisin. On considère qu'à la date $t = 0$, le caillou assimilé à un point matériel quitte le lance-pierres avec une vitesse V_0 faisant un angle α avec l'horizontale. À cette date, le caillou se trouve au point O .

1-) Établir l'équation cartésienne de la trajectoire du caillou dans le repère orthonormé. Quelle est la nature de la trajectoire ?

2-) À la même date $t = 0$, une noix se détache du point A d'abscisse X et d'ordonnée Y et tombe en chute libre. Calculer, en fonction de X et Y , la valeur que doit avoir l'angle α pour que la noix assimilée à un point matériel soit touchée par le caillou au cours de sa chute. À quelle date aura lieu le choc ?

Données numériques : $X = 5\text{m}$; $Y = 3\text{m}$; $V_0 = 5\text{m/s}$.

Exercice 13 :

Un élève lance un caillou d'un point A situé au troisième étage d'un immeuble. Le point A est situé à une hauteur $h=20\text{m}$ du sol supposé horizontal. La vitesse du caillou à l'instant où il est lancé est de 20m/s . L'angle de tir est de 30° .

1-) Ecrire les équations horaires du mouvement du caillou supposé ponctuel.

2-) Ecrire l'équation de la trajectoire du caillou.

3-) Le caillou touche le sol en un point B . Trouver la distance de B à la verticale du point A .

4-) Trouver l'altitude maximale atteinte par le caillou.

5-) Calculer le temps mis par le caillou entre A et B . ($g = 10\text{ m/s}^2$).

Exercice 14 :

Au cours d'un championnat, un athlète remporte l'épreuve du lancement de poids avec un jet de $x_1 = 19,43\text{m}$. La trajectoire part de A à une hauteur $h=1,80\text{m}$ au dessus du sol. Le vecteur vitesse v_0 fait un angle $\alpha = 45^\circ$ avec l'horizontale. On assimile le projectile à un solide ponctuel.

1-) Etablir l'équation cartésienne de la trajectoire en fonction de h , $\tan \alpha$ et g .

2-) Déterminer la norme de la vitesse initiale en fonction de h , α , g et x_1 .

AN : $g = 9,8\text{ m/s}^2$.

3-) Calculer la hauteur maximale atteinte par le projectile et les coordonnées du vecteur vitesse au sommet de la trajectoire.

4-) Déterminer la norme et la direction du vecteur vitesse du projectile au sol.

On rappelle que : $V^2 = V_x^2 + V_y^2$ et $\tan \beta = \frac{V_y}{V_x}$ avec $\beta = (\vec{i}, \vec{V})$.

Réponses numériques 1-) $H_{\max} = 6,25\text{m}$; $v_0 = 13,21\text{ m/s}$; $9,34\text{ m/s}$.

Exercice 15 :

Un basketteur de l'équipe des lions doit remettre le ballon en jeu, placé sur la ligne de touche. Le ballon supposé ponctuel quitte les mains du joueur en un point A situé à $1,98\text{m}$ du sol avec un vecteur vitesse $\vec{v}_0$ faisant avec l'horizontale un angle α tel que $\sin \alpha = 0,2\sqrt{5}$. Ce ballon passe à $1,10\text{m}$ au dessus d'un adversaire de $1,75\text{m}$ situé à 10m du lanceur. Après avoir fait un schéma judicieux, calculer v_0 .

Exercice 16 :

Un avion vole horizontalement à une altitude de 500m avec une vitesse constante de 720km/h . Il lâche une bombe au passage par la verticale d'un point B du sol supposé horizontal.

1-) Etablir l'équation cartésienne de la trajectoire du centre de gravité de la bombe.

2-) A quelle distance du point B la bombe éclate-t-elle au sol ?

3-) Calculer la vitesse de la bombe au moment où elle touche le sol.

Réponses numériques 1-) $x = 200t$; $z = 1,25 \cdot 10^{-4}x^2$; 2-) $BD = 2000\text{m}$;

3-) $v_B = 223,6\text{ m/s}$.

Exercices de physique niveau Terminale

Exercice 17 :

Un enfant lance un jouet de la fenêtre du 7^{ème} étage avec un vecteur vitesse $\vec{v}_0$ faisant vers le haut un angle α avec l'horizontale.

a-) Donner les expressions des coordonnées des vecteurs accélération, vitesse et position du centre d'inertie G du jouet en fonction du temps.

b-) Etablir l'équation de la trajectoire de G.

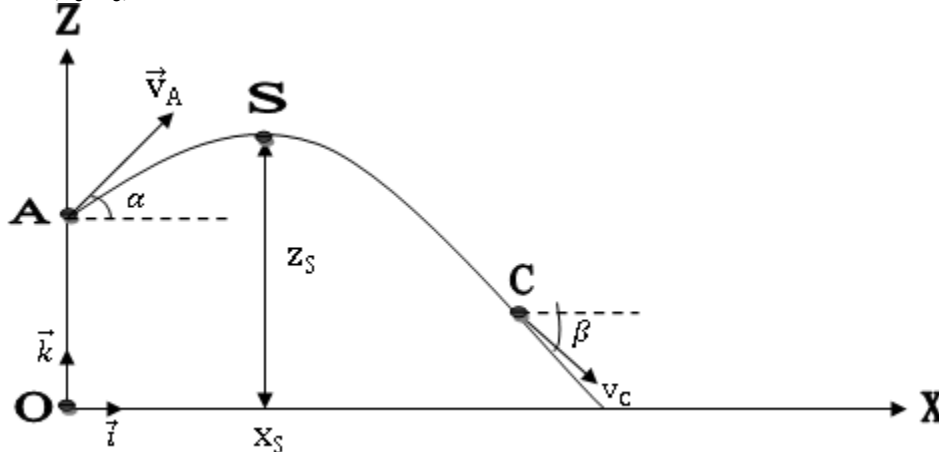
c-) Déterminer les coordonnées du point de chute.

Données : $\alpha = 20^\circ$; $v_0 = 1 \text{ m/s}$; $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$; hauteur d'un étage : 2,75m ; hauteur du point de lancement par rapport au 7^{ème} étage : 1m.

Réponses numériques : b-) $z = -5,5x^2 + 0,36x + 20,25$; c-) $x_C = 1,95\text{m}$.

Exercice 18 :

Un solide de masse m est soumis aux seules forces de pesanteur. Son centre d'inertie G décrit une trajectoire parabolique dans un plan vertical (figure). A l'instant $t=0$, G passe par le point A de coordonnées $(0 ; z_A)$, avec le vecteur vitesse $\vec{v}_A$ tel que $(\vec{i} ; \vec{v}_A) = \alpha$. A l'instant t, G passe par le point C de coordonnées $(x_C ; z_C)$.



1-) A l'aide du théorème de l'énergie mécanique, déterminer la vitesse v_C en fonction de g ; v_A ; z_A et z_C .

2-) Montrer que les coordonnées $\dot{x}_C$ et $\dot{x}_A$ des vecteurs $\vec{v}_C$ et $\vec{v}_A$ sont égales. En déduire : $\dot{z}_C = \vec{v}_C \cdot \vec{k}$.

3-) Déterminer l'angle $\beta = (\vec{i} ; \vec{v}_C)$. On exprimera $\tan \beta$ en fonction de $\dot{x}_C$ et $\dot{z}_C$.

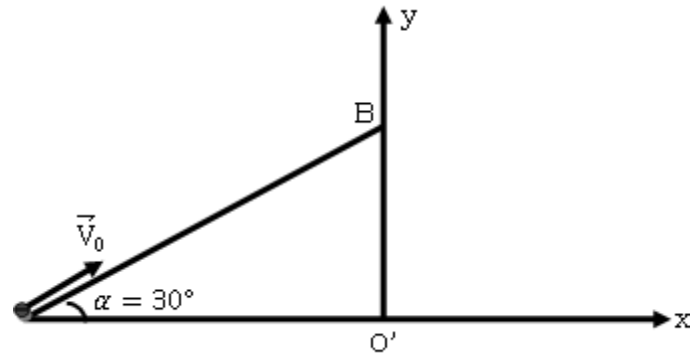
4-) Exprimer le vecteur vitesse $\vec{v}_S$ de G au sommet S de la trajectoire. Déterminer l'altitude maximale z_S atteinte par G en fonction de g , v_A , α et z_A .

Réponses numériques : 2-) $\dot{z}_C^2 = v_A^2 \sin^2 \alpha + 2g(z_A - z_C)$; 4-) $z_S = z_A + \frac{v_A^2 \sin^2 \alpha}{2g}$.

Exercice 19 :

Un petit palet assimilable à un point matériel de masse $m = 0,5\text{kg}$ est lancé à la vitesse initiale v_0 égale à 10m/s à partir d'un point O le long de la ligne de plus grande pente de longueur $\ell = OB = 15\text{m}$ d'un plan incliné. Ce plan fait avec horizontale Ox un angle comme l'indique la figure suivante :

Exercices de physique niveau Terminale

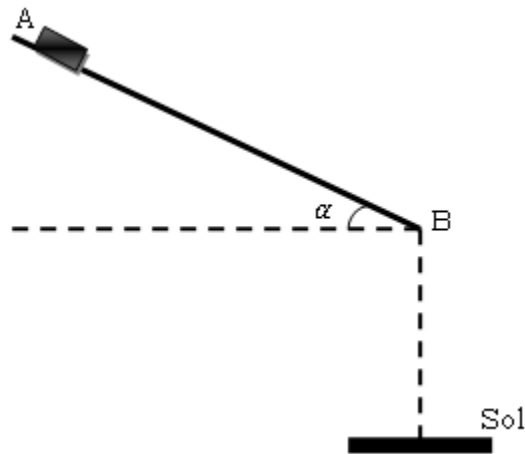


- 1-) Les frottements étant d'abord négligés, à quelle distance du point O le palet s'arrêtera-t-il dans son mouvement ascendant ?
 - 2-) En réalité les frottements développent une force d'intensité 10N en sens contraire du vecteur vitesse. Calculer la vitesse initiale v'_0 au point O, nécessaire pour que le palet parvienne en B à la vitesse $v_1 = 10\text{m/s}$.
 - 3-) Déterminer les équations paramétriques $x(t)$ et $y(t)$ de la trajectoire ultérieure du palet dans le repère galiléen $(O; x; y)$. On prendra l'origine des temps à l'instant où le palet passe en B avec la vitesse v_1 .
 - 4-) Calculer l'abscisse du point d'impact du palet sur le sol.
- On prendra $g = 10\text{m.s}^{-2}$.

Exercice 20 :

Un objet assimilable à une masse ponctuelle est lâché sans vitesse en un point A d'un plan incliné. L'inclinaison du plan est $\alpha = 60^\circ$, la longueur du plan est $AB=2\text{m}$.

- 1-) Calculer la vitesse du solide au passage en B. On suppose que les forces de frottements sont nulles.
- 2-) Le point B est situé à une hauteur $h=4\text{m}$ du sol horizontal.
 - a) Ecrire l'équation de la trajectoire du solide après passage en B.
 - b) L'objet atteint le sol en un point C. Calculer la distance de C à la verticale du point B.



Réponses numériques 1-) $V_B = 5,86\text{ m/s}$; 2-) a) $z = 0,58x^2 + 1,7x$; b) $x_c = 1,54\text{m}$.

Exercice 21 :

Une piste AB se termine par un plan incliné BC (voir croquis). Le plan BC fait avec le plan horizontal un angle α . La dénivellation entre A et B est $h=20\text{m}$. On donne $\alpha = 20^\circ$, $g=9,8\text{m/s}^2$.

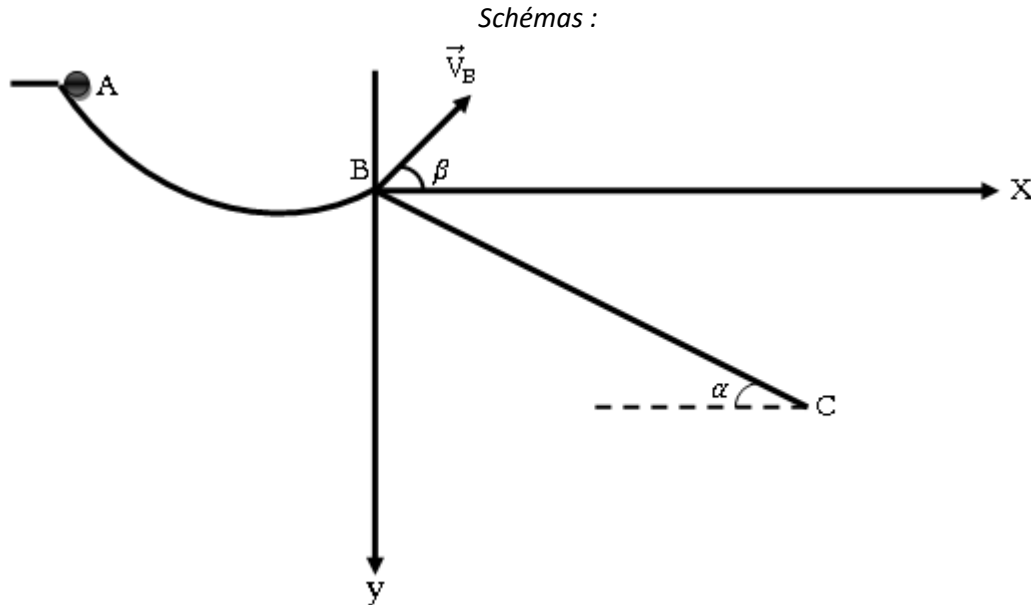
Un objet de masse m est lâché en A sans vitesse et arrive en B avec une vitesse V_B .

Le vecteur $\vec{V}_B$ fait avec le plan horizontal un angle égal à β .

- 1-) Calculer V_B .

Exercices de physique niveau Terminale

- 2-) Ecrire l'équation de la trajectoire de l'objet au-delà de B. On donne $\beta = 30^\circ$.
 3-) L'objet retombe sur BC en un point D. Calculer la distance BD. On néglige les frottements, on assimile l'objet à une masse ponctuelle.



Exercice 22 :

Un skieur de masse $m=60\text{kg}$ glisse sur une portion de piste formée de quatre parties AB, BC, CD et DX.

AB est un arc de cercle, de rayon R de centre O et tel que : $\alpha = (\overrightarrow{OA}, \overrightarrow{OB}) = \frac{\pi}{4}$;

BC est une partie rectiligne horizontale de longueur $2R$;

CD est un quart de cercle de centre O' et de rayon R ;

DX est une partie horizontale. Toute la trajectoire est située dans un plan vertical. On prendra $g=9,8\text{m/s}^2$. Le skieur démarre sur la piste en A avec une vitesse nulle. Dans tout le problème on assimilera le mouvement du skieur à celui d'un point matériel.

1-) La piste est bien enneigée. Pour simplifier on admettra que le long du trajet ABC les frottements exercés par la neige se réduisent à une force unique $\vec{F}$ de même direction que la vitesse $\vec{V}$ mais de sens contraire, et de norme constante F .

a) Exprimer les vitesses V_B et V_C du skieur en B et en C en fonction de F , R , m , g et α .

b) Le skieur arrive en C avec une vitesse nulle. Déterminer l'expression littérale et la valeur numérique de F .

2-) Le skieur aborde la partie CD avec la vitesse nulle. La piste est maintenant verglacée, les frottements sont négligeables. Il perd le contact avec la piste en un point E tel que : $(\overrightarrow{O'C}, \overrightarrow{O'E}) = \beta$.

a) Exprimer sa vitesse V_E en fonction de β , R et g .

b) Calculer numériquement β .

3-) Déterminer dans la base $(\vec{e}, \vec{i}, \vec{j})$, la nature de la trajectoire du skieur après son passage en E. (On ne demande pas l'équation de cette trajectoire).

Réponses numériques 1-) b) $F = \frac{mg(1-\cos \alpha)}{2+\alpha}$; $F \cong 62\text{N}$; 2-)b) $\beta = 48^\circ$.

Exercice 23 :

Une sphère de rayon R repose en B sur un sol horizontal. Un petit palet, assimilable à un point matériel de masse m , primitivement en A, point haut de la sphère, part sans vitesse initiale et glisse sans frottement sur la surface sphérique.

Exercices de physique niveau Terminale

a-) Trouver la position du point O où le palet quitte la surface de la sphère.

b-) Quel est le mouvement ultérieur du palet ? Celui-ci rencontre le sol en D. Exprimer la distance BD en fonction de R.

Réponses numériques : a-) $\theta = 48^\circ$; b-) $d(B, D) = 1,46R$.

Exercice 24 :

Un skieur parcourt une côte inclinée d'un angle $\alpha = 40^\circ$ sur l'horizontale. Au sommet O de cette côte, sa vitesse a pour valeur $V_0 = 12 \text{ m/s}$. Après de son point O se présente une descente inclinée d'un angle $\beta = 45^\circ$ sur l'horizontale. Le skieur accomplit un saut et reprend contact avec la piste en un point C. Déterminer :

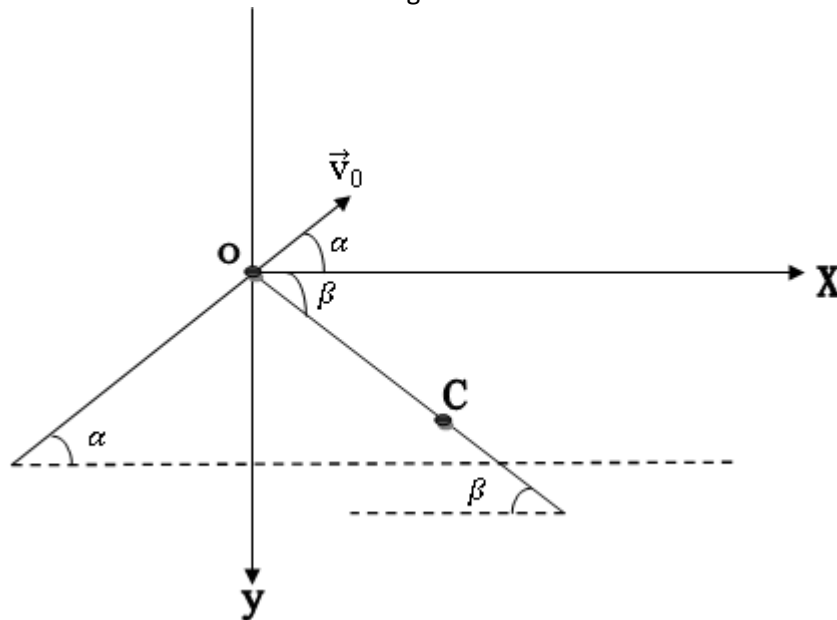
a-) La nature de la trajectoire correspondante au saut de skieur;

b-) Les coordonnées du point C dans le repère $(O, \vec{i}, \vec{j})$;

c-) La durée du saut.

On prendra $g=10\text{m/s}^2$ et on négligera la résistance de l'air. La masse du skieur s'élimine dans les calculs.

Figure



Réponses numériques : a-) $y = \frac{gx^2}{2V_0^2 \cos^2 \alpha} - x \tan \alpha$ (parabolique) ; b-) $y_C = 31,1\text{m}$

$x_C = 31,1\text{m}$; c-) $OC=44\text{m}$; $t=3,38\text{s}$.

PARTICULE CHARGEE EN MOUVEMENT DANS UN CHAMP ELECTROSTATIQUE UNIFORME

Exercice 1 :

On maintient entre les plaques d'un condensateur, une différence de potentiel de 100V. La longueur de ces plaques est 2cm, leur distance est de 1cm. Un électron est injecté dans une direction perpendiculaire au champ avec une vitesse initiale de 10^7m/s .

1-) Calculer le champ électrique supposé uniforme entre les plaques.

2-) Trouver le déplacement de l'électron et sa vitesse transversale à la sortie des plaques.

3-) On place un écran à 50cm de l'extrémité des plaques. Quelle est la position du point d'impact de l'électron sur l'écran ?

On donne : $V_0 = 10^7 \text{ m/s}$; 2-) $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}\text{kg}$; $e = 1,6 \cdot 10^{-19}\text{C}$.

Réponses numériques : 1-) 10^4 V/m ; 2-) $3,52 \cdot 10^6 \text{ m/s}$; $3,52 \cdot 10^{-3}\text{m}$; 3-) 18 cm .

Exercice 2 :

On donne : $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$.

Exercices de physique niveau Terminale

On considère un faisceau d'électrons émis à partir d'un filament d'un canon à électron d'un oscilloscope. Ces électrons sont émis avec une vitesse initiale nulle et sont accélérés par une tension U réglable, établie entre le filament et l'anode A du canon d'électrons.

On règle la tension U pour que les électrons atteignent la vitesse de 16 000 km/s.

1. Calculer la valeur correspondante de U .
2. Le faisceau d'électrons obtenu pénètre entre les plaques horizontales P_1 et P_2 d'un condensateur à la vitesse $V = 16\,000$ km/s. La largeur de la plaque est $L = 8$ cm. La tension entre les armatures est U_1 . La distance entre les armatures est d .
 - a. Etablir les équations du mouvement d'un électron entre les armatures du condensateur.
 - b. Quelle est la condition d'émergence du faisceau d'électrons ?
 - c. Un écran est disposé à une distance D du milieu du condensateur. Montrer que la déviation verticale du faisceau d'électron est proportionnelle à la tension U_1 .
 - d. La sensibilité verticale $s = \frac{U_1}{y}$ vaut 10 V/cm. Quelle doit être la distance D sachant que $d = 10$ cm ?

Exercice 3 :

Charge élémentaire $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C ; Masse de la particule α : $m = 6,64 \cdot 10^{-27}$ kg.

Un faisceau de particule α pénètre entre les plaques horizontales P_1 et P_2 d'un condensateur à la vitesse de valeur $V_0 = 448$ km.s⁻¹ dont la direction fait un angle $\theta = 45^\circ$ avec l'horizontale. La longueur de la plaque est $L = 10$ cm ; la distance entre les armatures est $d = 8$ cm ; la tension entre les armatures est $U > 0$.

1. Etablir les équations horaires du mouvement, d'une particule entre les armatures du condensateur, en fonction des paramètres du problème.
2. Etablir l'équation de la trajectoire d'une particule α entre les armatures du condensateur.
3. Déterminer la valeur de U pour que le faisceau sorte des armatures en un point O' situé sur l'axe des abscisses.
4. Déterminer les caractéristiques du vecteur vitesse $\vec{V}_0$ des particules α au point O' .

Exercice 4 :

Un électron est accéléré à l'aide d'une différence de potentielle de 500V. Il pénètre dans une région où règne un champ électrique uniforme de 3000V/m, en faisant un angle de 60° avec la direction de ce champ. Quelles sont au bout de $2 \cdot 10^{-8}$ s :

- 1-) Les composantes, parallèle et perpendiculaire au champ, de la vitesse ? Indiquer la direction du vecteur vitesse.
- 2-) Les coordonnées de l'électron ? (Le point d'entrée dans le champ sera pris comme origine des espaces).
- 3-) Son énergie cinétique ? Peut-on définir une énergie potentielle et une énergie totale en précisant l'origine de l'énergie potentielle.

Réponses numériques : 1-) $V_0 = 1,326 \cdot 10^7$ m/s ; $\|\vec{V}_x\| = 1,148 \cdot 10^7$ m/s ;

$\|\vec{V}_y\| = 0,392 \cdot 10^7$ m/s ; $\theta = 108,4^\circ$ avec la direction de $\vec{E}$; $\|\vec{V}\| = 1,213 \cdot 10^7$ m/s ;

2-) 2,7cm ; 23cm ; 3-) $E_C = 6,7 \cdot 10^{-17}$ J origine du potentiel $V_0 = 0$, $E = 8 \cdot 10^{-17}$ J.

Exercices de physique niveau Terminale

LA DYNAMIQUE D'UN SOLIDE EN ROTATION

Exercice 1 :

Un disque plein, de masse $M=16\text{kg}$ et de rayon $r = 0,2\text{m}$, roule sans glisser sur un plan incliné de l'angle α sur le plan horizontal ($\sin \alpha = 0,2$). Calculer l'accélération du centre du disque et la réaction du plan sur le disque. On donne $g = 9,81\text{m.s}^{-2}$.

Réponses numériques : $\gamma = \frac{2}{3}g \sin \alpha = 1,31 \text{ m/s}^2$; $R = 154,1\text{N}$. $\vec{R}$ forme avec le plan incliné l'angle β tel que $\beta = 86^\circ$.

Exercice 2 :

Une sphère homogène, de masse M et de rayon R , lâchée sans vitesse initiale, roule sans glisser sur un plan incliné de l'angle α sur le plan horizontal.

1-) Montrer qu'à chaque instant, le rapport entre les valeurs des énergies cinétique de translation et de rotation de la sphère est constante.

2-) Calculer l'accélération du mouvement du centre d'inertie de la sphère. Le moment d'inertie de la sphère par rapport à l'un de ses diamètres est $J = \frac{2}{5}MR^2$.

Réponses numériques : 1-) $\frac{E_r}{E_t} = \frac{2}{5}$; $\gamma = \frac{5}{7}g \sin \alpha$.

Exercice 3 :

Une boule sphérique de masse $m=2\text{kg}$ roule sans glisser sur une table horizontale. Son centre d'inertie est animé d'un mouvement de translation de vitesse $V_G = 4 \text{ m/s}$. Calculer son énergie cinétique.

Réponse numérique : $E_C = 22,4\text{J}$.

Exercice 4 (Extrait du Bac Blanc Sciences Mathématique Session 2013)

Un petit gyroscope, assimilable à un disque homogène de masse égale à 100g , de 5cm de rayon, tournant autour de son axe de révolution, est préalablement lancé jusqu'à atteindre une vitesse de rotation de 3600 trs/min .

Sachant qu'il s'arrête en 3min sous l'action de résistances passives équivalentes à un couple que l'on supposera constant, calculer l'accélération angulaire, le moment du couple résistant et le nombre de tours effectués entre le début du ralentissement et l'arrêt.

Réponses numériques : $-2,1 \text{ rad/s}^2$; $-0,26.10^{-3}\text{N.m}$; 5400 tours.

Exercice 5 :

Sur la gorge d'une poulie de masse 100g et de rayon $R=6\text{cm}$, mobile sans frottement autour d'un axe horizontal, passe un fil de masse négligeable. Ce fil porte une masse $M=300\text{g}$ et une masse $m=100\text{g}$. La masse M se trouve à 3m au-dessus du sol, la masse m est au niveau du sol sans toutefois y reposée. On abandonne le système au temps zéro.

1-) Calculer l'accélération prise par la masse M en appliquant à la poulie la relation fondamentale de la dynamique (RFD) du solide en rotation.

2-) Calculer la tension de chaque fil pendant le mouvement.

3-) Calculer la vitesse de M quand elle arrive au sol.

4-) Quelle est alors la vitesse angulaire de la poulie ? Quelle force F vecteur faut-il appliquée tangentiellement à la poulie pour qu'elle s'arrête au bout de 6 tours ; le fil supportant m étant coupé quand M arrive au sol ? On supposera toute la masse de la poulie répartie sur sa circonférence. On donne : $g=10\text{m/s}^2$.

Réponses numériques : 4m/s ; $1,8\text{N}$; $1,4\text{N}$; 5m/s ; 83rad/s ; $0,55\text{N}$.

Exercice 6 :

Aux deux extrémités d'un fil de masse négligeable passant sur la gorge d'une poulie mobile autour d'un axe horizontal sont accrochées deux masses $M=637\text{g}$ et $m=343\text{g}$.

1-) En négligeant la masse de la poulie, calculer :

a) L'accélération que prend le système abandonné à lui-même ;

Exercices de physique niveau Terminale

b) La tension du fil.

2-) En fait, la poulie a un moment d'inertie $J = 1,96 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$, son rayon est $R=10\text{cm}$ et toute la masse est supposée répartie à la même distance de l'axe. Calculer :

a) La nouvelle valeur de l'accélération ;

b) Les tensions des deux brins de fils; les comparer.

3-) La masse m se déplace suivant la ligne de plus grande pente d'un plan parallèle à l'axe de la poulie et incliné sur le plan horizontal de 30° , sans frottement quelles valeurs doit-on donner aux deux masses M et m , leur somme restant la même, pour que l'accélération prend la valeur qu'au 1-). On néglige la masse de la poulie. On donne $g=9,8\text{m/s}^2$.

Exercice 7 :

Deux poulies sont collées l'une contre l'autre : ($\mu_1 = 2\text{kg}$; $R_1 = 0,24\text{m}$ et $\mu_2 = 0,5\text{kg}$; $R_2 = 0,08\text{m}$).

Leur axe commun est horizontal. On suppose leurs masses réparties sur les jantes. Les masses suspendues $M_1 = 2\text{kg}$ et $M_2 = 4\text{kg}$ lâchées sans vitesse initiale se déplacent verticalement dans le même sens. Calculer l'accélération angulaire θ'' des poulies. $g=9,81\text{m/s}^2$.

Réponse numérique : $30,2\text{rad/s}^2$.

Exercice 8 :

Une tige AB, de masse négligeable et de longueur $l = 1\text{m}$, porte à son extrémité B une masse $M = 1\text{kg}$, en son milieu, une masse $m = 50\text{g}$. Calculer le moment d'inertie J du système par rapport à son axe perpendiculaire à la tige en A.

Réponse numérique : $1,0125\text{kg} \cdot \text{m}^2$.

Exercice 9 :

Une tige homogène de masse $M = 210\text{kg}$ et de longueur $l = 40\text{cm}$, porte à chacune de ses extrémités une petite sphère de masse $m = 20\text{g}$ et de rayon négligeable. Calculer le moment d'inertie du système par rapport à un axe perpendiculaire à la tige en son milieu.

Réponse numérique : $4,4 \cdot 10^{-3}\text{kg} \cdot \text{m}^2$.

Exercice 10 :

Un disque mince, de centre O, a pour rayon $R=0,30\text{m}$ et pour masse $M=535\text{g}$. Calculer son moment d'inertie par rapport à un axe (Δ), perpendiculaire à son plan et passant par un point A de la circonférence. En B, diamétralement opposé à A, on place une surcharge ponctuelle de masse $m = \frac{M}{2}$. Calculer, par rapport à (Δ), le moment d'inertie du système disque-surcharge.

Réponses numériques : $J_\Delta = 0,072\text{kg} \cdot \text{m}^2$; $J_\Delta = 0,168\text{kg} \cdot \text{m}^2$.

Exercice 11 : Deux billes identiques supposées ponctuelles de masse m , ainsi qu'une troisième de masse $2m$, sont fixées aux sommets d'un cadre ABC, ayant la forme triangulaire équilatéral de côté a et dont la masse est négligeable (la bille de masse $2m$ est en C).

1-) Déterminer la position du centre d'inertie du système formé par les trois billes.

2-) Calculer le moment d'inertie J_Δ de ce système par rapport à un axe (Δ) orthogonal au plan du triangle et passant par le milieu O de AB.

Application numérique : $m=25\text{g}$; $a=20\text{cm}$.

Réponses numériques : 1-) $OG = a \frac{\sqrt{3}}{4} = 8,66\text{cm}$; 2-) $J_\Delta = 2m \cdot a^2 = 2 \cdot 10^{-3}\text{kg} \cdot \text{m}^2$.

Exercice 12 :

Trois tiges identiques de masse m et de longueur l sont soudées par les extrémités de manière à former un triangle équilatéral. Calculer le moment d'inertie du triangle :

1-) Par rapport à un axe passant par un sommet et perpendiculaire au plan du triangle.

2-) Par rapport à un axe perpendiculaire au plan triangle et passant par le milieu d'un côté.

3-) Par rapport à un axe perpendiculaire au plan du triangle et passant par son centre de gravité.

Réponses numériques : 1-) $J_\Delta = \frac{3}{2}ml^2$; 2-) $J_\Delta = \frac{3}{4}ml^2$; 3-) $J_\Delta = \frac{1}{2}ml^2$.

Exercices de physique niveau Terminale

OSCILLATIONS MECANQUES LIBRES

Exercice 1 : Dans le cas d'un oscillateur idéalisé horizontal ($m; k$) non amorti, retrouver l'équation différentielle du mouvement à partir de l'expression de l'énergie mécanique.

Exercice 2 : L'équation horaire du mouvement d'un oscillateur mécanique rectiligne sinusoïdal est donnée par la relation : $X = 3 \cos\left(20t + \frac{\pi}{4}\right)$ avec X en cm et t en s .

- 1-) Quelles sont la période, la fréquence et l'amplitude des oscillations ?
- 2-) Exprimer la vitesse et l'accélération de l'oscillateur à chaque instant.
- 3-) Calculer les amplitudes de la vitesse et de l'accélération.
- 4-) Calculer la vitesse et l'élongation aux dates $t = 0$ et $t = 4 s$.
- 5-) Calculer l'énergie de l'oscillateur, sachant que sa masse est égale à $0,1 kg$.

Réponses numériques : 1-) $0,314 s$; $3,185 Hz$; $3 cm$;

2-) $X' = 3\omega \cos\left(\omega t + \frac{3\pi}{4}\right)$ avec $\omega = 20 rad/s$.

Exercice 3 : Un point matériel est animé d'un mouvement rectiligne sinusoïdal sur un axe ($O; \vec{i}$) autour de la position $X=0$. A l'instant $t=0$, le mobile est situé à l'origine et est animé d'une vitesse de $40cm/s$ vers les abscisses négatives. La fréquence du mouvement est $f=5Hz$.

- 1-) Déterminer l'équation horaire du mouvement.
- 2-) Calculer la position et la vitesse du mobile à la date $t=5s$.

Réponses numériques : 1-) $X = -\frac{4}{\pi} \sin(10\pi t)$ (en cm) ; 2-) $X = 0$; $X' = -40cm/s$.

Exercice 4 : Un oscillateur horizontal est constitué par une masse $m = 0,1 kg$ attachée à un ressort de masse négligeable et de raideur $k=1 N/m$. Il oscille selon un axe ($O, \vec{i}$) autour de sa position d'équilibre $x = 0$. A l'instant $t = 0$, $x = x_0$ et $\dot{x} = \dot{x}_0$.

- 1-) Calculer la période T et la pulsation ω de cet oscillateur.
- 2-) Exprimer en fonction de x_0 et de $\dot{x}_0$ la pulsation ω et l'amplitude x_m du mouvement.

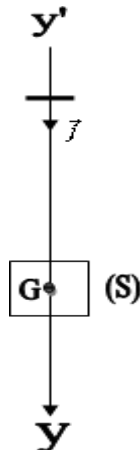
Application numérique : $\dot{x}_0 = 15cm/s$; $x_0 = 0,10m$.

- 3-) Déterminer l'énergie mécanique de cet oscillateur.

Réponses numériques : 1-) $T_0 = 2 s$. 2-) $x = 11,1 \cos(3,162t - 0,443)$ (en cm).

3-) $\mathcal{E}_m = 6,16 \cdot 10^{-3} J$.

Exercice 5 : Un oscillateur harmonique est constitué d'un ressort de masse négligeable suspendu à un point fixe A, auquel est accroché un solide ponctuel S de masse $m=200g$ et de centre d'inertie G.



- 1-) La longueur à vide du ressort est $\ell_0 = 20cm$. Quand on accroche le solide S, le ressort s'allonge de $8cm$. On prendra $g=10m/s^2$.

- a) Ecrire la condition d'équilibre de la masse dans le champ de pesanteur.
- b) Calculer la constante de raideur k du ressort.

- 2-) On tire le solide S verticalement vers le bas en donnant un allongement supplémentaire $a=2cm$ du

Exercices de physique niveau Terminale

ressort. On lâche ensuite le solide sans vitesse initiale.

a) Faire un bilan des forces qui s'exercent sur S. On prendra comme origine du déplacement la position d'équilibre du ressort avec le solide accroché. L'axe vertical (OJ) est orienté positivement vers le bas.

b) Etablir l'équation différentielle du mouvement.

c) Déterminer l'équation horaire $t \rightarrow y(t)$.

Réponses numériques : 1-) b) $k=25\text{N/m}$; 2-) b) $y'' + \omega^2 y = 0$; c) $y = 2 \cos(11,18t)$ (en cm).

Exercice 6 : Un système oscillant en translation verticale est constitué par un ressort relié à un support fixe d'une part et à un solide de masse $m=400\text{g}$ d'autre part. La longueur à vide du ressort est 10cm . La durée de 10 oscillations est $12,57\text{s}$.

1-) Déterminer la constante de raideur k du ressort.

2-) Sachant que, si on ne modifie pas l'écartement des spires, la constante de raideur est inversement proportionnelle à la longueur du ressort à vide, déterminer de combien il convient de raccourcir le ressort pour obtenir une période de 1s .

Réponses numériques : 10N/m ; $\Delta l = 3,76\text{cm}$.

Exercice 7 : L'équation différentielle du mouvement d'un oscillateur repéré par sa position x sur un axe $(O, \vec{i})$ est : $\ddot{x} + \omega^2 x = 0$.

La solution de cette équation différentielle peut s'écrire sous la forme :

$$x = x_0 \cos \omega t + \frac{\dot{x}_0}{\omega} \sin \omega t \quad (1)$$

1-) Que représentent les paramètres x_0 et $\dot{x}_0$?

2-) Calculer la vitesse $\dot{x}(t)$?

3-) Montrer qu'on peut mettre la solution sous la forme : $x = x_m \cos(\omega t + \varphi)$ (2).

Exprimer x_m , $\cos \varphi$, $\sin \varphi$ et $\tan \varphi$ en fonction de x_0 , $\dot{x}_0$ et ω .

Réponses numériques : 2-) $\dot{x} = -x_0 \omega \sin(\omega t) + \dot{x}_0 \cos(\omega t)$.

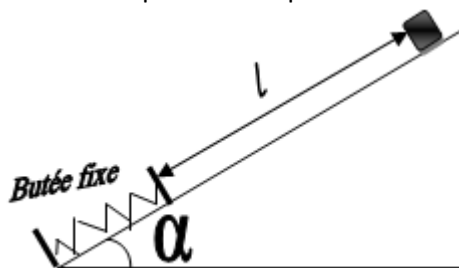
3-) $\cos \varphi = x_0/x_m$; $\sin \varphi = -\dot{x}_0/(x_m \omega)$; $x_m^2 = \dot{x}_0^2/\omega^2 + x_0^2$.

Exercice 8 : Une masse ponctuelle $m=0,2\text{kg}$ est accrochée à l'extrémité inférieure d'un ressort à boudin dont la longueur à vide est $l_0 = 20\text{cm}$ et de coefficient de raideur $k=20\text{N/m}$. On fixe l'extrémité supérieure du ressort à un axe verticale qui tourne à la vitesse angulaire $\omega = 1 \text{ trs/s}$.

Déterminer la tension du ressort et l'angle de l'axe du ressort avec la verticale. ($g=10\text{m/s}^2$).

Réponses numériques : $2,6\text{N}$; $39^\circ 45'$.

Exercice 9 : Un corps A, de masse m , peut glisser sans frottements le long d'un plan incliné d'un angle α sur le plan horizontal. Il part du repos et après un parcours de longueur l (voir figure), il comprime un ressort de masse négligeable, dont l'axe est parallèle au plan incliné et le coefficient de raideur k .



a-) Considérant le système (A+ressort) dans le champ de pesanteur, chercher sans calculs, les transformations d'énergie pendant sa déformation.

b-) Le raccourcissement maximal du ressort est a . En appliquant au système le principe de conservation de l'énergie mécanique totale, établir l'équation permettant de calculer a en fonction de m, l, k et α .

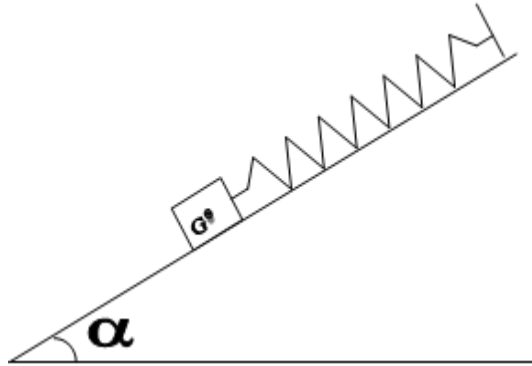
AN : $k = 100\text{N/m}$; $m = 100\text{g}$; $\alpha = 30^\circ$; $g = 10\text{m/s}^2$; $l = 20\text{cm}$.

N.B : Les spires du ressort ne deviennent jamais jointives.

Exercices de physique niveau Terminale

Réponses numériques : b) $ka^2 - 2mga \sin \alpha - 2mgl \sin \alpha = 0$; $100a^2 - a - 0,2 = 0$.

Exercice 10 : Un solide S, de masse $m = 200g$ et de centre d'inertie G, peut se déplacer d'un mouvement de translation rectiligne, sans frottement le long d'un banc à coussin d'air. Celui-ci fait un angle $\alpha = 10^\circ$ avec l'horizontale. Le solide est attaché à l'extrémité intérieure d'un ressort de masse négligeable, a spires non jointives et à réponse linéaire ; l'autre extrémité du ressort est fixée en A (figure) on prendra $g = 10m/s^2$.



1-) Le solide S étant en équilibre, son centre d'inertie est en G_0 . Le ressort, dont l'axe est parallèle à la direction du banc, a subi un allongement $\Delta l_0 = 6cm$.

a) Représenter les forces qui s'exercent sur le solide S.

b) Ecrire la condition d'équilibre du solide S sous forme vectorielle et projeter la relation suivant les deux axes $(o, \vec{i}, \vec{j})$.

c) Exprimer le coefficient de raideur k du ressort en fonction des données. Calculer sa valeur.

2-) On écarte le solide de sa position d'équilibre vers le bas. Son centre d'inertie est alors en G_1 . La distance G_0G_1 mesurée le long du banc vaut $d = 5cm$. On abandonne le solide sans vitesse à une date que l'on prendra pour origine des temps. La position G_0 sera prise comme origine des abscisses.

a) Ecrire la relation de la dynamique (ou théorème du centre d'inertie).

b) Etablir l'équation différentielle du mouvement.

c) Déterminer l'équation horaire du mouvement.

Réponses numériques : 1-) c) $k = 5,78N/m$; 2-) c) $x = 5 \cos(5,38t)$

Exercice 11 : Une tige fine OO' est articulée en O sur un axe vertical (Δ) . Un ressort de raideur k et de longueur à vide l_0 , en tournant cette tige et fixé en O, comporte à son extrémité un solide (A), de masse m coulissant sans frottement sur la tige OO' . Tige et ressort sont de masse négligeable. Le système est mis en rotation uniforme autour de (Δ) , avec la vitesse angulaire α' . La tige s'écarte librement de l'axe d'un angle θ .

1-) Etablir en fonction des données littérales l'expression $\alpha' = f(\theta)$. Quel est l'allongement x du ressort ?

2-) AN : calculer α' et x . On donne : $k = 60 SI$; $l_0 = 20cm$; $m = 0,3kg$; $g = 10 SI$; $\theta = 53^\circ$; $\sin \theta = 0,8$; $\cos \theta = 0,6$.

3-) On bloque la tige OO' dans la position précédente ($\theta = 53^\circ$) et on impose autour de (Δ) une vitesse de rotation α'_1 . Calculer, dans ces conditions, en fonction des données littérales :

a) La longueur ℓ du ressort.

b) La valeur de la réaction R exercée par la tige sur le solide (A).

Application numérique : $\alpha'_1 = 5 \text{ rad/s}$. Préciser la direction et le sens de $\vec{R}$.

Exercices de physique niveau Terminale

ELECTROMAGNETISME & ELECTRICITE

CHAMP MAGNETIQUE A L'INTERIEUR D'UN SOLENOÏDE

Exercice 1 : On dispose une aiguille aimantée à l'intérieur d'une bobine. En l'absence de courant, cette aiguille prend une direction horizontale perpendiculaire à l'axe xx' de la bobine, lui horizontale aussi.

1-) Quelle est la direction du champ magnétique terrestre ?

2-) On fait passer un courant d'intensité I . L'aiguille dévie d'un angle α .

a) Déterminer le sens du courant dans la bobine.

b) Calculer l'intensité du champ créé par la bobine et celle du champ résultant. On donne : $\alpha = 30^\circ$; $B_{Th} = 2 \cdot 10^{-5} T$ (composante horizontale du champ magnétique terrestre).

Réponses numériques : 2-) $1,15 \cdot 10^{-5} T$; $B_R = 2,3 \cdot 10^{-5} T$.

Exercice 2 : Un solénoïde long est constitué par cinq couches de fil à spires jointives ; le fil a un diamètre de 1mm, isolant compris. Son axe horizontal est perpendiculaire au méridien magnétique. Une boussole est placée en son centre.

1-) Dessiner une vue de dessus.

2-) On fait passer dans le solénoïde un courant de 5mA.

a) Indiquer sur le schéma le sens du courant et le sens de rotation de l'aiguille aimantée.

b) De quel angle tourne l'aiguille ? On donne : $B_{Th} = 2 \cdot 10^{-5} T$.

Réponse numérique : 2-) b) $57,5^\circ$.

Exercice 3 : On veut produire au centre d'un solénoïde de longueur $l=60cm$ un champ magnétique de $5 \cdot 10^{-3} T$, l'intensité du courant étant de 2A.

1-) Quel est le nombre N de spires ?

2-) L'enroulement est réalisé sur un cylindre creux en matière plastique à l'aide d'un fil gainé de 2mm de diamètre, les spires étant jointives. Quel est le nombre de couches qu'il faudra disposer sur le cylindre ?

Réponses numériques : 1200spires ; 4 couches.

Exercice 4 : Pour chaque question de cet exercice, on fera un schéma.

Un solénoïde d'axe horizontal se trouve dans le plan du méridien magnétique ; il comporte n spires par mètre. On place en son centre une aiguille aimantée.

1-) Déterminer le sens et l'intensité I_1 du courant qui devra traverser les spires pour que l'aiguille ne prenne aucune direction privilégiée à l'intérieur du solénoïde. On donne : $B_{Th} = 2 \cdot 10^{-5} T$; $n=1000$.

2-) On fait passer dans le solénoïde un courant $I_2 = 2I_1$. Déterminer l'angle α dont on doit faire tourner le solénoïde autour d'un axe vertical pour que l'aiguille tourne de 90° .

a) Si le courant a le même sens que dans la question 1-).

b) S'il est de sens contraire.

Réponses numériques : 1-) $B_R = 0$; 16mA ; 2-) a) 60° ; b) 120° .

Exercice 5 : On place une aiguille aimantée au centre d'un solénoïde d'axe horizontal comprenant 500spires par mètre. L'aiguille tourne d'un angle $\alpha = 30^\circ$ lorsqu'on fait passer dans les spires un courant d'intensité $I=61mA$. Déterminer l'angle θ que fait l'axe du solénoïde avec le plan du méridien magnétique.

On donne : $B_{Th} = 2 \cdot 10^{-5} T$.

Réponse numérique : 45° .

Exercice 6 : L'axe d'un solénoïde placé perpendiculairement au méridien magnétique quand on fait passer un courant d'intensité I_1 dans le solénoïde, une petite aiguille aimantée placée en son centre tourne de $\alpha_1 = 30^\circ$. Quel est l'angle de déviation α_2 quand on fait passer un courant d'intensité $I_2 = 2I_1$ dans le solénoïde ?

Réponse numérique : $\alpha_2 \approx 49^\circ$.

PARTICULE CHARGEE EN MOUVEMENT DANS UN CHAMP MAGNETIQUE

Exercices de physique niveau Terminale

Exercice 1 :

Des protons pénètrent dans un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ avec une vitesse initiale $\vec{V}_0$ orthogonale à $\vec{B}$.

- 1-) Pourquoi la norme de la vitesse des protons est-elle constante ?
- 2-) Montrer que la trajectoire est plane.
- 3-) Montrer que la trajectoire est circulaire. Exprimer son rayon R en fonction de m ; V_0 ; q et B.
- 4-) L'énergie cinétique des protons est de 5MeV et le rayon de la trajectoire est R=120cm. Calculer la quantité de mouvement et la vitesse d'un proton ainsi que la norme de $\vec{B}$.

Réponses numériques : 4-) $p = 5,17 \cdot 10^{-20} \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$; $B = 0,27 \text{ T}$; $V = 3,1 \cdot 10^7 \text{ m/s}$.

Exercice 2 :

On considère un faisceau homocinétique d'électrons dans le vide, de vitesse $V = 10000 \text{ km/s}$. Ces électrons abordent une région de l'espace où règne un champ magnétique uniforme, de vecteur $\vec{B}$ orthogonal à $\vec{V}$ et d'intensité $B = 1,1 \cdot 10^{-3} \text{ T}$.

- 1-) Déterminer les caractéristiques de la force $\vec{F}$ qui s'exerce sur les électrons. Faire un schéma où l'on indiquera les vecteurs $\vec{V}$; $\vec{B}$ et $\vec{F}$.
- 2-) Indiquer la nature du mouvement des électrons sous l'action de la force $\vec{F}$. Préciser le plan de la trajectoire et calculer son rayon R. Calculer le temps T mis par les électrons pour faire un tour sur leur trajectoire.
- 3-) Déterminer la valeur V' de la vitesse pour que le rayon de la trajectoire devienne $R' = 8,0 \text{ cm}$. Calculer le temps T' mis par les électrons pour faire un tour sur la trajectoire de rayon R' . Justifier le résultat obtenu.

Réponses numériques : 2-) $5,17 \text{ cm}$; $3,25 \cdot 10^{-8} \text{ s}$; 3-) $1,55 \cdot 10^7 \text{ m/s}$; $T' = T$.

Exercice 3 :

Dans une ampoule à électrons, on observe pour un réglage donné, que des électrons ont une trajectoire circulaire de rayon $R = 5 \text{ cm}$. Qu'observe-t-on lorsqu'on réalise simultanément les opérations suivantes :

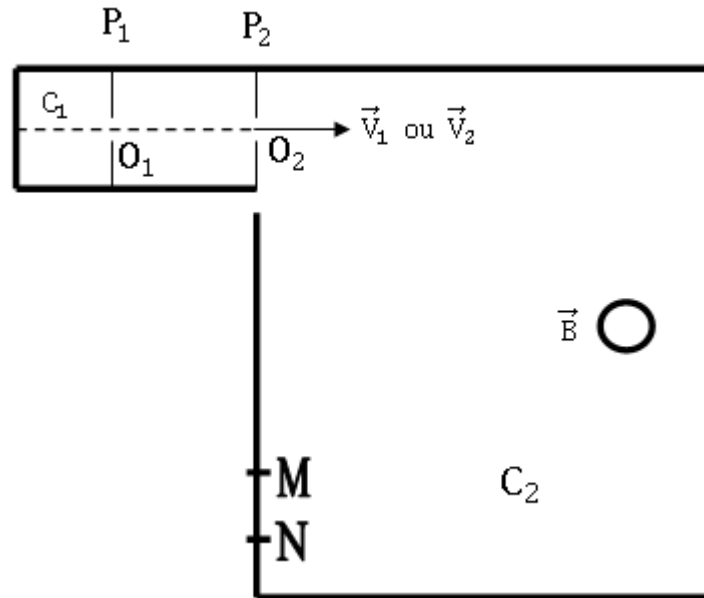
- 1-) Tension accélératrice multipliée par quatre (4) et intensité du courant dans les bobines de Helmholtz multipliée par deux (2) ?
- 2-) Tension accélératrice divisée par deux (2) et intensité du courant dans les bobines multipliée par $\sqrt{2}$?
- 3-) Rotation de l'ampoule de 180° autour de son support, et inversion du sens du courant dans les bobines ?

Réponses numériques : 1-) R inchangé ; 2-) R divisé par 2 ; 3-) R inchangé.

Exercice 4 :

Un spectrographe permet de séparer les isotopes ^{132}Xe et ^{129}Xe du xénon. Les atomes de xénon sont ionisés dans une chambre d'ionisation C_1 et perdent alors un électron, ce qui donne des ions $^{129}\text{Xe}^+$ et $^{132}\text{Xe}^+$ portant la même charge $q = +e$. Ces vitesses négligeables et sont accélérés dans le vide par une tension U appliquée entre deux plaques P_1 et P_2 (voir figure).

Exercices de physique niveau Terminale



- 1-) Calculer les vitesses respectives V_1 et V_2 des ions $^{129}\text{Xe}^+$ et $^{132}\text{Xe}^+$ quand ils arrivent en O_2 .
- 2-) Ils pénètrent en suite dans la chambre C_2 où existe un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ perpendiculaire au plan de la figure. Quel doit être le sens de $\vec{B}$ pour que les ions parviennent en M et N ?
- 3-) Calculer la distance MN des points d'impacts des isotopes en précisant les ions qui arrivent en M et ceux qui parviennent en N.

Données : $B=0,2\text{T}$; tension accélératrice $U = 4.10^3\text{V}$; $e = 1,6.10^{-19}\text{C}$;
masse du nucléon : $1u = 1,66.10^{-27}\text{kg}$.

Réponses numériques : 1-) $V_1 = 7,73.10^4 \text{ m/s}$; $V_2 = 7,64.10^4 \text{ m/s}$;

2-) Le champ $\vec{B}$ pointe vers l'œil du lecteur.

3-) $\frac{R_2}{R_1} = \sqrt{\frac{m_2}{m_1}}$; $R_1 = 0,517\text{m}$; $R_2 = 0,523\text{m}$. $^{132}\text{Xe}^+$ de masse m_2 en N et $^{129}\text{Xe}^+$ de masse m_1 en M.

MN=1,25cm.

Exercice 5 :

Juste avant de s'échapper d'un cyclotron, des protons décrivent un cercle de 0,42m de rayon. La fréquence de la tension alternative appliquée entre les D est de 10^7Hz .

1-) Calculer la valeur du champ magnétique, la vitesse des protons et leur énergie cinétique (en Mev). On donne : $m_p = 1,66.10^{-27}\text{kg}$.

2-) Quel est le nombre minimal de tours complets effectués par les protons si la tension maximale entre les D est de 20kV.

3-) Dans ce même cyclotron, on envoie un deuton de masse $3,34.10^{-27}\text{kg}$ et de charge $+e$. Calculer la fréquence de la tension alternative à appliquer. Quelle sera la vitesse d'éjection de ces particules ? Donner leur énergie cinétique.

Réponses numériques : 1-) $B=0,65\text{T}$; $V = 2,64.10^7 \text{ m/s}$; $E_c = 3,6\text{Mev}$.

2-) 91 tours complet ; 3-) $N = 0,497.10^7\text{Hz}$. $V = 1,3.10^7 \text{ m/s}$; $E_c = 1,79\text{Mev}$.

FORCE DE LAPLACE-INDUCTION-AUTO-INDUCTION

Exercice 1 (Extrait du BAC 2011 Sciences Expérimentales)

Un cadre conducteur carré de côté a parcouru par un courant continu est placé dans un champ magnétique uniforme. Le plan du cadre est parallèle aux lignes de champ, ses côtés font un angle de 45° avec la direction du champ. Représenter les forces de Laplace exercées sur chaque côté du cadre.

Exercices de physique niveau Terminale

Comparer leurs valeurs.

Réponse numérique : 1-) $F_1 = F_2 = F_3 = F_4 = B I a \frac{\sqrt{2}}{2}$.

Exercice 2 :

Dans un moteur électrique, les fils actifs sont placés sur les génératrices d'un cylindre (le rotor) de 9cm de rayon. Chaque fil de 15cm de longueur est parcouru par un courant d'intensité $I=10A$. Les fils sont placés dans un champ magnétique radial $\vec{B}$ de 1,2T.

1-) Calculer la force qui agit sur chaque fil.

2-) Calculer le travail de cette force, toujours motrice, lorsque le cylindre fait un tour.

3-) Les actions sur chaque fil s'ajoutent ; le rotor comprend 700 fils. Calculer la puissance de ce moteur sachant qu'il tourne à 1800 tours par minute.

Réponses numériques : 1-) 1,8N ; 2-) 1,02J ; 3-) 21,4kw.

Exercice 3 :

Une balance est constituée d'un fléau AA' mobile autour d'un couteau C. Le fléau porte en A et A' deux plateaux identiques. On donne $CA=CA'$.

On fixe le plateau de gauche un petit cadre carré de côté a comportant N spires. On place alors sur le plateau de droite des masses marquées m_1 pour rétablir l'équilibre. Le côté inférieur du cadre est placé entièrement dans un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ horizontal perpendiculaire au plan du cadre. On lance un courant d'intensité I dans le cadre : on constate que l'équilibre de la balance est rompu. Pour rétablir, on doit ajouter sur le plateau de droite des masses marquées m_2 .

1-) Indiquer le sens du courant dans le cadre.

2-) Représenter les forces qui s'exercent sur le système.

3-) Ecrire les conditions d'équilibres de la balance. En déduire l'expression de B . $AN : I = 10A ; a = 10cm ; N = 10 \text{ spires} ; m_2 = 2,5g$.

Réponse numérique : $B = g \frac{m_2}{N.I.a}$

Exercice 4 :

Un conducteur rectiligne OA a un poids de 0,1 N. Il est parcouru par un courant d'intensité 20 A. Le champ magnétique uniforme horizontal, d'intensité 0,02 T, agit sur la portion $CD = \ell = 5 \text{ cm}$ située au milieu du conducteur.

Calculer l'angle α que fait, à l'équilibre, le conducteur OA avec la verticale.

Réponse numérique : $\alpha = 11^\circ 30'$

Exercice 5 :

Un fil rectiligne, homogène de longueur 30 cm et de masse $m = 10g$, est suspendu par son extrémité supérieure à un point O autour duquel il tourne librement. Son autre extrémité plonge dans du mercure. Ce fil, parcouru par un courant d'intensité 8 A, est placé dans un champ magnétique horizontal uniforme. Il s'écarte de la verticale d'un angle de 6° . Le champ agit sur une longueur de 4 cm entre deux points situés à 20 et à 24 cm de O .

On donne : $g = 10 \text{ m/s}^2$.

1-) Faire un schéma de l'expérience.

2-) En déduire la valeur du champ.

Réponse numérique : $B = 0,022T$.

Exercice 6 :

On applique une tension efficace de 220V au primaire d'un transformateur parfait. L'intensité efficace du courant qui y circule est égale à 50 mA. Le primaire est formé de 1050 tours de fil et le secondaire de 30 tours.

1-) Quelle est la tension efficace au secondaire ?

2-) Quelle est l'intensité efficace du courant dans le secondaire ?

Exercices de physique niveau Terminale

3-) Quelle est la puissance moyenne utilisée au primaire par le transformateur ?

4-) Quelle est la puissance moyenne disponible au secondaire ?

Réponses numériques : 1-) $6,3V$; 2-) $1,75A$; 3-) $11W$.

Exercice 7 :

Un transformateur, connecté à un dipôle par l'intermédiaire d'une ligne de résistance $R = 2\Omega$, fournit une puissance de $4kW$ sous une tension de $110V$. (On admet que la tension est pratiquement en phase avec l'intensité à l'entrée comme à la sortie de ce transformateur).

1-) Quelle est l'intensité efficace du courant dans la ligne ?

2-) Quelle est la chute de potentiel dans la ligne ?

3-) Quelle est la tension efficace disponible en bout de ligne ?

4-) Quelle est la perte relative de puissance dans cette ligne ?

5-) On remplace le transformateur précédent par un autre transformateur, de puissance identique mais délivrant une tension de $220V$. Répondre aux mêmes questions.

Réponses numériques : $I = 36,4A$; $72,7V$; $37,3V$; 66% ; $36,4V$; $16,5\%$.

Exercice 8 :

1-) Une pile de f.é.m $E = 4,5V$ de résistance interne $r = 2\Omega$, débite dans un dipôle ohmique de résistance $R = 7\Omega$. Déterminer l'intensité du courant et la tension aux bornes de la pile et du dipôle ohmique.

2-) Déterminer, en utilisant la convention d'orientation indiquée dans le cours, la tension aux bornes de la pile :

a) En orientant les conducteurs dans le sens du courant ;

b) En orientant les conducteurs en sens inverse.

Réponses numériques : 1-) $0,5A$; $3,5V$; 2-) a) $-3,5V$; b) $3,5V$.

Exercice 9 :

Une petite bobine circulaire, formée de 20 spires de 50 cm^2 de surface, tourne autour d'un axe vertical confondu avec l'un de ses diamètres. Elle est placée dans le champ magnétique uniforme $\vec{B}$ dont les lignes de champ sont horizontales ($B=0,1T$). A l'instant $t_0 = 0$; la bobine est parallèle aux lignes de champ et sa vitesse de rotation est de 300trs/min. Ecrire la relation entre la f.é.m e et la date t .

Exercice 10 :

Les lignes d'un champ uniforme sont horizontales. L'intensité du champ magnétique en un point est $B=0,35T$. Un cadre d'axe perpendiculaire à ces lignes peut tourner dans le champ. Le cadre est un carré de $0,5m$ de côté et comporte 40spires dont la résistance totale est $2,5\Omega$.

a-) Calculer le flux embrassé par le cadre quand il est vertical.

b-) On fait tourner ce cadre de 90° pour l'amener à la position horizontale en $0,1s$. Calculer :

1) La f.é.m moyenne induite ;

2) Le courant correspondant ;

3) La quantité d'électricité induite.

Exercice 11 :

Un solénoïde de $40cm$ de longueur comporte 750spires traversées par un courant de $2A$. La section d'une spire est de 10 cm^2 .

a-) Calculer la valeur B_0 du champ à l'intérieur du solénoïde.

b-) Quel est le flux Φ à travers la section droite et quel est le flux total Φ_T à travers le solénoïde.

c-) Comment varient B_0 , Φ et Φ_T quand on double le nombre de spires du solénoïde :

1) En doublant la longueur.

2) En mettant sur la même longueur une seconde couche de spire. (La section est pratiquement inchangée).

AN : On appliquera la formule du solénoïde infiniment long.

Exercices de physique niveau Terminale

Exercice 12 :

On considère un solénoïde de longueur $\ell=75\text{cm}$, comprend 1500spires.

1-) Déterminer l'intensité I du courant donnant le champ magnétique $B=0,02\text{T}$ au centre du solénoïde.

2-) On place dans le solénoïde une bobine plate circulaire, de diamètre 8cm et comportant 250spires.

a) Déterminer la position de la bobine pour que le flux qui la traverse soit maximal. Calculer ce flux.

b) On fait tourner la bobine autour d'un axe orthogonal à celui du solénoïde, avec une vitesse de rotation de 4500trs/min . Donner l'expression de la f.é.m d'induction dans la bobine.

On prendra la date $t=0$ à un moment où le flux à travers la bobine est maximal.

Réponses numériques : 1-) $I=8\text{A}$; 2-) a) $\Phi = 25,1\text{mwb}$; 2-) b) $e_{\text{max}} = 11,8\text{V}$.

Exercice 13 :

Une bobine de longueur $\ell=1\text{m}$, comportant $N=1600$ spires de rayon de $R=20\text{cm}$, assimilable à un solénoïde est parcouru par un courant $I=1\text{A}$.

1-) Donner les caractéristiques du vecteur champ magnétique $\vec{B}$ à l'intérieur de la bobine.

2-) Montrer que l'expression littérale de l'auto-inductance est $L = \mu_0 \frac{N^2}{\ell} \pi R^2$.

3-) La norme du vecteur $\vec{B}$ décroît de $2 \cdot 10^{-2}\text{T}$ à 10^{-2}T en $0,06\text{s}$.

Calculer la valeur absolue de la f.é.m moyenne e qui apparaît au sein du solénoïde.

Exercice 14 :

Deux conducteurs parallèles, de résistance négligeable, séparés par une distance $l = 25\text{ cm}$ sont placés dans un plan horizontal.

Une tige métallique rigide, de masse négligeable, perpendiculaire aux rails peut glisser sans frottements dans une direction parallèle aux rails.

Soit $r = 0,5\ \Omega$ la résistance de longueur l de cette tige.

Les deux rails sont reliés par un conducteur ohmique de résistance $R = 0,5\ \Omega$.

L'ensemble est placé dans un champ magnétique représenté par $\vec{B}$ d'intensité $B = 1\text{ T}$ perpendiculaire au plan des rails. On déplace la à vitesse constante : $V = 10\text{ m/s}$.

1- Préciser le sens du courant induit en le justifiant.

2- Calculer la force électromotrice d'induction et l'intensité du courant induit.

3- Montrer qu'une force électromagnétique est créée au cours de ce déplacement. Donner ses caractéristiques.

Exercice 15 (Extrait du BAC Unique SE 2007)

Sur deux rails parallèle conducteur, l'écartement ℓ , situé dans un plan horizontal, peut glisser sans frottement. Une tige conductrice MN qui leur est perpendiculaire. On relie les rails par un conducteur ohmique. L'ensemble du circuit ainsi constitué possède une résistance R que l'on considérera constante.

Ce circuit est entièrement soumis à l'action d'un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ vertical, orienté vers le haut. On déplace MN parallèlement à elle-même avec une vitesse $\vec{V}$ constante.

1-) Il apparaît dans MN un champ électromoteur. Préciser ses caractéristiques. Calculer la force électromotrice induite dans la tige MN et préciser son sens.

2-) Calculer l'intensité du courant induit qui apparaît dans la tige MN et préciser son sens.

3-) Déterminer les caractéristiques de la force électromagnétique $\vec{F}$ qui s'exerce sur MN au cours du déplacement.

4-) Evaluer la puissance mécanique que l'on doit fournir pour maintenir constante la vitesse de MN.

On donne : $l=20\text{cm}$; $R=2\ \Omega$; $B=0,5\text{T}$; $V=5\text{m/s}$.

Réponses numériques : 1-) $E_m = 2,5\text{ V/m}$; $|e| = 0,5\text{V}$; 2-) $|i| = 0,25\text{A}$;

3-) $F = 2,5 \cdot 10^{-2}\text{N}$; 4-) $\mathcal{P}_m = 0,125\text{W}$.

Exercice 16 :

Exercices de physique niveau Terminale

Deux rails parallèles distants de 20 cm sont placés à l'intérieur d'un solénoïde comportant $3000\text{ spires par mètre}$ de longueur.

L'axe vertical du solénoïde est perpendiculaire au plan des rails. Une barre AB , perpendiculaire aux rails se déplace sur eux avec une vitesse constante caractérisée par le vecteur vitesse $\vec{V}$ colinéaire aux rails.

- 1- Le sens du courant I traversant le solénoïde étant le sens trigonométrique, donner la direction et le sens du vecteur champ magnétique $\vec{B}$ créé par le solénoïde à l'intérieur de lui-même. On donne $B = 40\text{ mT}$. Calculer I .
- 2- Déterminer les caractéristiques de la force électromagnétique agissant sur un électron de la barre AB (électron supposé immobile dans la barre). On donne $V = 0,8\text{ m/s}$; $q = -1,6 \cdot 10^{-19}\text{ C}$.
- 3- AB est le siège d'une force électromotrice faisant circuler un courant induit i dans le circuit formé par la barre, les rails et un galvanomètre G . La résistance totale du circuit étant de $64\ \Omega$, calculer la force électromotrice et l'intensité i . Préciser le sens de i .

Exercice 17 :

Deux rails conducteurs, suffisamment longs, sont placés parallèlement et espacés de 20 cm . Ces rails sont reliés aux bornes d'un générateur ($E; r$) et par une tige conductrice (MN).

Un champ magnétique uniforme, vertical descendant, de largeur $l = 4\text{ cm}$, s'étend entre les rails à égale distance de ceux-ci, sur une longueur de $L = 10\text{ cm}$.

- a- On ferme le circuit :
 - 1- Indiquer sur un schéma, le sens du courant dans la tige sachant qu'elle s'approche du générateur et calculer son intensité pour $E = 15\text{ V}$ et $r = 10\ \Omega$.
 - 2- Citer les forces agissant sur la tige et représenter les sur la figure précédente.
 - 3- Trouver l'intensité de la force de Laplace pour $B = 1\text{ T}$.
 - 4- Déterminer l'intensité de l'accélération $\vec{a}$ avec laquelle la tige se met en mouvement, si elle a une masse $m = 60\text{ g}$.
- b- On veut que la tige reste immobile ; on soulève pour cela les rails d'un angle α , à partir de leur extrémité libre, sans modifier le champ magnétique.
 - 1- Ecrire la relation vectorielle qui lie les forces agissant sur la tige.
 - 2- Trouver la valeur de l'angle d'inclinaison α des rails par rapport au plan horizontal.

On donne $g = 10\text{ N/kg}$.

Exercice 18 :

On enroule 500 m de fil conducteur autour d'un tube en carton de façon à réaliser un solénoïde à spires jointives de longueur $0,8\text{ m}$. Quelle est l'inductance de ce solénoïde ?

Exercice 19 :

Un fil de cuivre de longueur totale P est enroulé en une couche de spires équidistantes autour d'un cylindre creux isolant. Il constitue ainsi un solénoïde de longueur ℓ nettement supérieure au rayon R d'une spire.

- 1-) Exprimer l'inductance du solénoïde en fonction de P et ℓ . AN : $P=1\text{ km}$; $\ell=0,50\text{ m}$.
- 2-) Calculer le flux à travers le solénoïde parcouru par un courant continu d'intensité $I=0,5\text{ A}$.
- 3-) Calculer la f.é.m d'auto-induite dans le solénoïde lorsque l'intensité du courant passe linéairement de $0,5\text{ A}$ à 0 en 50 ms . Interpréter son signe.

On donne : $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}\text{ SI}$.

Réponses numériques : 1-) $L=0,2\text{ H}$; 2-) $\Phi = 0,1\text{ wb}$; 3-) $e = +2\text{ V}$.

Exercice 20 :

Calculer l'inductance L d'un solénoïde ayant $N=200$ spires de rayon $r = 25\text{ mm}$ et de longueur $l=0,412\text{ m}$.
 $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}\text{ SI}$.

Réponse numérique : $L = \mu_0 N^2 \cdot \frac{S}{\ell} = 0,24\text{ mH}$.

Exercice 21 :

Exercices de physique niveau Terminale

1-) Calculer l'énergie emmagasinée par le solénoïde de longueur $l=0,412\text{m}$, de diamètre $d=5\text{cm}$, possédant 200spires, parcouru par un courant électrique d'intensité $I=4\text{A}$.

2-) Quelle est l'énergie emmagasinée par unité de volume dans le solénoïde ?

Réponses numériques : 1,9mJ ; 2,4J.m⁻³.

Exercice 22 :

Un solénoïde de longueur $\ell=1\text{m}$ est formé d'une couche à spires jointives de rayon $r=5\text{cm}$. Le fil a un diamètre $d=1\text{mm}$, il est recouvert d'un isolant d'épaisseur négligeable. La résistivité du métal qui constitue le solénoïde est $\rho = 1,0 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$.

1-) Calculer la résistance R du solénoïde.

2-) Calculer l'inductance L du solénoïde.

3-) Ecrire l'expression de la f.é.m au sein du solénoïde lorsqu'il est parcouru par un courant d'intensité $i = 5 \sin(100\pi t)$.

4-) Calculer en joules puis en kwh la quantité de chaleur dégagée par effet joule par la bobine au bout de $t=10\text{min}$.

Réponses numériques : 1-) $R=400\Omega$; 2-) $L=0,01\text{H}=10\text{mH}$;

3-) $e = -5\pi \cos(100\pi t)$; $e_{\max} = 5\pi\text{V}$; 4-) $E = 3 \cdot 10^6\text{J}$; $E = 0,83\text{kwh}$.

Exercice 23 :

Un circuit comprend, associé en série, un générateur de f.é.m. 8V et de résistance interne négligeable, une bobine d'auto-inductance $L=0,6\text{H}$ et de résistance R , et interrupteur k .

Quand on ferme l'interrupteur, le courant atteint les 9/10 de sa valeur en régime au bout de 0,4 s.

1-) Etablir l'équation différentielle à laquelle obéit l'intensité du courant i dans le circuit.

2-) En vous aidant des exercices précédents donner l'expression de $i=f(t)$.

3-) En déduire la valeur de la résistance R de la bobine.

4-) Donner l'expression de l'énergie E_m emmagasinée en fonction du temps. Que dévient cette énergie en régime permanent.

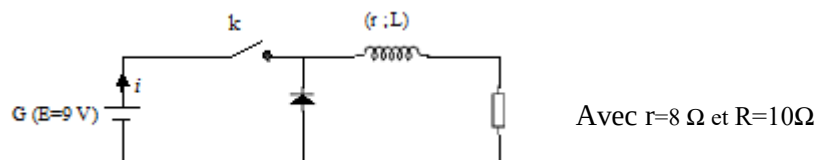
Réponses numériques : 2-) $i = \frac{e_1}{R} \left(1 - e^{-\frac{t}{L}} \right)$; 3-) $R=3,45 \Omega$; 4-) $E_m = \frac{1}{2} Li^2$;

$E_m = 16\text{J}$.

Exercice 24 :

1-) Un solénoïde comporte $n=2000$ spires par mètre, sa longueur est $\ell = 50\text{cm}$, son diamètre est $d=8\text{cm}$. Calculer l'inductance L de la bobine.

2-) Le solénoïde est placé dans le circuit ci-dessous :



La tension aux bornes de la diode est nulle.

a) L'interrupteur k est fermé. Quel est en régime permanent l'intensité I_0 du courant ?

b) On ouvre l'interrupteur k à la date 0. Ecrire l'équation différentielle à laquelle obéit l'intensité i du courant.

Vérifier que la solution de cette équation est de la forme : $i = I_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$ avec $\tau = \frac{L}{R+r}$.

c) Déterminer le temps au bout duquel l'intensité atteint les 10% de sa valeur initiale.

Réponses numériques : 1-) $L = 1,28 \cdot 10^{-2}\text{H}$, 2-) a) $I_0 = \frac{E}{R+r}$, b) $L \frac{di}{dt} + (R+r)i = 0$, c) $t = \tau \ln 10 = 1,6\text{ms}$.

OSCILLATIONS ELECTRIQUES LIBRES

Exercices de physique niveau Terminale

Exercice 1 :

Une bobine d'inductance $L=0,5H$, pouvant supporter un courant d'intensité maximale $3A$, est associée à un condensateur de capacité $C=200\mu F$ que l'on charge sous une tension de $100V$.

1-) Quelle est l'énergie fournie au condensateur ?

2-) Le condensateur étant chargé, le générateur de tension est déconnecté, et l'on court-circuite l'association (L, C). Que se passe-t-il ? Quelle est l'intensité maximale du courant dans le circuit ?

3-) Examiner le cas où le condensateur est remplacé par une association en parallèle de trois (3) condensateurs ayant chacun une capacité de $200\mu F$.

Réponses numériques : 1-) $1J$; 2-) $2A$; 3-) $3J$ et $3,46A$.

Exercice 2 :

Le condensateur d'un circuit (L, C) ; où $L = 10^{-3}H$ et $C = 10^{-5}F$, est initialement chargé sous une tension de $20V$.

1-) Exprimer en fonction du temps les énergies E_e et E_m emmagasinées dans le condensateur et dans la bobine. Ces grandeurs varient-elles périodiquement ? Si oui, avec quelle fréquence ?

2-) En dérivant l'expression $E = E_e + E_m$ par rapport au temps, retrouver l'équation différentielle régissant le fonctionnement du circuit oscillant.

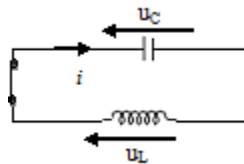
Réponses numériques : $u = 20 \cos(10^4 t) (V)$; $q = 20.10^{-5} \cos(10^4 t) (C)$;
 $i = -2 \sin(10^4 t) (A)$.

Exercice 3 :

Un condensateur de capacité $C=0,1\mu F$ est chargé sous une tension $U_{AB} = 50 V$ puis déconnecté de la source.

A la date $t=0$, il commence à se décharger dans une bobine d'inductance

$L=50 mH$, de résistance très faible, voir figure.



1-) Calculer la pulsation, la fréquence et la période propres des oscillations.

2-) Calculer la charge maximale du condensateur.

3-) Quelles sont les expressions indiquant en fonction du temps l'évolution q_B de l'armature du condensateur et de l'intensité dans le circuit oscillant ? Représenter les diagrammes de $q_B(t)$ et $i(t)$.

Réponses numériques : 1-) $\omega_0 = 1,4.10^4 \text{ rad/s}$, $N_0 = 2,3.10^3 \text{ Hz}$, $T_0 = 4,4.10^{-4} \text{ s}$.

2-) $q_m = 5.10^{-6} \text{ C}$. 3-) $q_B = q_m \cos(\omega_0 t)$, $i = -q_m \omega_0 \sin(\omega_0 t)$, $q_m = 5 \mu C$, $i_m = 91 \text{ mA}$.

Exercice 4 :

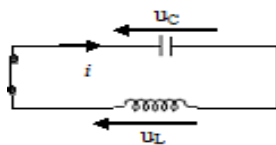
Un circuit oscillant accordé sur la longueur d'onde $\lambda = 484 \text{ m}$. Sa résistance est $R = 10^{-2} \Omega$ et son inductance $L = 5.10^{-5} \text{ H}$.

a-) Quelle est la valeur de la capacité C du circuit ?

b-) La force électromotrice induite dans le circuit a une valeur maximale égale à $0,40 \mu V$. Quelle est la valeur maximale de la tension U_C aux bornes du condensateur ?

Réponses numériques : a-) $C=1,32 \text{ nF}$, b-) $U_C = 7,8 \text{ mV}$.

Exercice 5 :



On donne le circuit ci-contre :

$C = 1 \mu F$; $L = 1 H$.

Exercices de physique niveau Terminale

Le condensateur est initialement chargé sous une tension U_0 . On ferme l'interrupteur à la date $t = 0$.

- 1- Ecrire l'équation différentielle qui régit la charge q du condensateur.
- 2- Donner les expressions :
 - De la charge instantanée q du condensateur.
 - De l'intensité instantanée i du courant.
- 3- Lorsque la tension aux bornes du condensateur est égale à $69,3 \text{ V} = 40\sqrt{3} \text{ V}$ on a $i = 40 \text{ mA}$.
 - Calculer U_0 .
 - Calculer i lorsque $u_C = -20 \text{ V}$.
- 4- A quelles dates l'intensité du courant est-elle nulle ? Quelles sont à ces dates la charge q du condensateur ?

Exercice 6 :

Un circuit oscillant a une inductance $L = 7 \mu\text{H}$ et une capacité $C = 6,2 \text{ nF}$.

- a-) Quelle est sa fréquence propre f_0 ?
 - b-) Quelle serait la longueur d'onde λ_0 d'une radiation électromagnétique de même fréquence ?
- On dit que le circuit est « accordé » sur cette longueur d'onde.

Réponses numériques : a-) $f_0 = 7,64 \cdot 10^5 \text{ Hz}$, b-) $\lambda_0 = 393 \text{ m}$.

Exercice 7 :

Un circuit oscillant est constitué d'une bobine d'auto-inductance L , de résistance supposée nulle et d'un condensateur de capacité C .

Le condensateur initialement chargé sous une tension U porte la charge initiale Q_0 .

- 1- Etablir l'équation différentielle liant q , $\ddot{q}$, L et C .
- 2- Exprimer $q = f(t)$ et $i = g(t)$. Application numérique : $C = 50 \mu\text{F}$; $L = 2 \text{ H}$; $U = 20 \text{ V}$. Quelle est alors la fréquence propre d'un tel circuit ?
- 3- Montrer que ce système satisfait au principe de conservation de l'énergie mécanique.
- 4- Une résistance R est insérée dans le circuit, indiquer qualitativement comment évolue le graphe de $q = f(t)$ lorsque R varie ? Que devient l'énergie initialement emmagasinée dans le condensateur ?

OSCILLATIONS ELECTRIQUE FORCEES

Exercice 1 :

Trouver l'équation de la fonction donnée dans chacun des suivants :

- a-) $u = 5 \cos(\omega t) + 2 \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{3}\right)$
- b-) $u = 5 \cos(\omega t) - 2 \sin(\omega t)$
- c-) $u = 5 \cos(\omega t) + 2 \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) + 7 \cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$.

Réponses numériques :

- a) $u = 6,25 \cos(\omega t + 0,28)$; b-) $u = \sqrt{29} \cos(\omega t + 0,4)$; c-) $u = 7,07 \cos\left(\omega t - \frac{\pi}{4}\right)$.

Exercice 2 :

Trois dipôles montés en série, ont à leurs bornes des tensions instantanées exprimées en volt, d'équations respectives :

$$u_1 = 2a \cos(\omega t), u_2 = a \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{3}\right), u_3 = \frac{\sqrt{3}}{3}a \cos\left(\omega t + \frac{5\pi}{6}\right).$$

Démontrer que l'expression de la tension instantanée aux bornes de l'association peut s'inscrire :

$$u = \frac{4\sqrt{3}}{3}a \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{6}\right).$$

Exercice 3 :

Deux dipôles montés en série ont à leurs bornes deux tensions sinusoïdales exprimées en volts d'équations respectives $u_1 = 3 \sin(\omega t)$; $u_2 = 6 \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{6}\right)$.

Exercices de physique niveau Terminale

- 1- Calculer :
 - a- La tension maximale aux bornes du circuit.
 - b- La différence de phase.
- 2- Ecrire l'expression de la tension instantanée aux bornes de l'association.
On donne : $\tan \frac{\pi}{9} = 0,366$.

Exercice 4 :

L'intensité instantanée du courant qui circule dans un conducteur ohmique de résistance $R = 230 \Omega$ a pour expression : $i = 240 \cos(500t)$.

- a- Donner l'expression de la tension instantanée aux bornes du conducteur ohmique.
- b- Calculer la fréquence de la tension délivrée par le générateur.

Exercice 5 :

Une tension sinusoïdale exprimée en millivolts par la relation : $u = 150 \cos(5000\pi t)$ est établie aux bornes d'une bobine non résistive d'inductance $L = 60 \text{ mH}$.

- a- Calculer la fréquence de la tension utilisée.
- b- Donner l'expression de l'intensité instantanée du courant dans la bobine.

Réponses : a- $N = 2500 \text{ Hz}$; b- $i = 159 \cos(5000\pi t - \frac{\pi}{2})$.

Exercice 6 :

Une tension sinusoïdale exprimée en millivolts par la relation : $u = 75 \cos(3000t)$ est établie aux bornes d'un condensateur de capacité $C = 110 \text{ pF}$.

- a- Calculer l'intensité efficace du courant.
- b- Donner l'expression de l'intensité instantanée du courant qui aboutit au condensateur.

Exercice 7 :

On applique une tension alternative sinusoïdale de valeur efficace $U=30\text{V}$, à un condensateur parfait, la valeur efficace du courant dans les fils aboutissant au condensateur est $I=0,16\text{A}$ lorsque la fréquence utilisée est $f=500\text{Hz}$. Calculer la valeur I' de l'intensité efficace pour la fréquence $f'=2000\text{Hz}$. Calculer la capacité du condensateur.

Réponses numériques : $I'=0,64\text{A}$; $C=1,7\mu\text{F}$.

Exercice 8 :

Un générateur maintient entre ses bornes une tension sinusoïdale dont la valeur efficace vaut $U = 12 \text{ V}$. La fréquence de cette tension est $N = 50 \text{ Hz}$.

On branche à ses bornes un conducteur ohmique de résistance $r = 85 \Omega$ et un conducteur et un condensateur de capacité $C = 5 \mu\text{F}$ en série.

- a- Faire la construction de Fresnel relative à cette association.
- b- Calculer l'intensité efficace du courant.
- c- Quelle est la phase de l'intensité par rapport à la tension ?
- d- Quelle est la phase de la tension par rapport à l'intensité ?

Exercice 9 :

Une résistance non inductive est montée en série avec un condensateur de capacité C . Un générateur de basse fréquence impose aux bornes du dipôle composite formé par R et C , une tension sinusoïdale

$$u = 220\sqrt{2} \cos(100\pi t); R=1\text{k}\Omega ; C=2\mu\text{F}.$$

- 1-) Calculer l'impédance Z du dipôle.
- 2-) Calculer le déphasage courant-tension.
- 3-) Donner l'expression de l'intensité instantanée $i(t)$ du courant.

Réponses numériques : 1-) $Z=1878\Omega$; $\varphi = 57,8^\circ = 1,01\text{rad}$;
 $i = 0,17 \cos(100\pi t + 57,8^\circ)$.

Exercice 10 : Extrait BAC SE 2018

Exercices de physique niveau Terminale

Un générateur maintient entre ses bornes une tension sinusoïdale dont la valeur efficace vaut $U = 24 \text{ V}$. La fréquence de cette tension est $N = 180 \text{ Hz}$.

On branche aux bornes du générateur une bobine de résistance $r = 120 \Omega$ et d'inductance $L = 250 \text{ mH}$.

- a- Faire la construction de Fresnel relative à ce circuit.
- b- Calculer l'intensité efficace du courant passant dans la bobine.
- c- Calculer la phase de la tension par rapport à l'intensité.

Réponses : b- $I = 78,1 \text{ mA}$; c- $\varphi = +1,17 \text{ rad}$.

Exercice 11 : Extrait BAC SE 2013

Une bobine de résistance R et d'inductance L est soumise à une tension constante $U_1 = 20 \text{ V}$.

L'intensité du courant vaut $I_1 = 2,5 \text{ A}$.

On lui applique ensuite une tension $u = 18\sqrt{2} \cos(100\pi t)$. L'intensité efficace prend alors la valeur $I_2 = 2 \text{ A}$. Calculer les valeurs de R et de L .

Exercice 12 : (Extrait bac blanc SE Notre Mère Plus session 2018)

- a- Une bobine d'inductance $L = 0,1 \text{ H}$ et de résistance $R = 60 \Omega$ est alimentée par une tension sinusoïdale $u(t) = 10\sqrt{2} \cos(100\pi t)$. Déterminer :
 - 1- Le déphasage de la tension $u(t)$ par rapport à l'intensité $i(t)$.
 - 2- L'expression de $i(t)$.
- b- Un condensateur de capacité $C = 5 \mu\text{F}$ associé en série avec un conducteur ohmique de résistance R . L'ensemble est alimenté par une tension sinusoïdale de fréquence $N = 1000 \text{ Hz}$ et de valeur efficace $U = 24 \text{ V}$. Le déphasage de la tension $u(t)$ par rapport à l'intensité $i(t)$ est :

$$|\varphi| = \frac{\pi}{4}$$

- 1- Préciser le signe de φ .
- 2- Calculer R .
- 3- Donner les expressions de $u(t)$; $u_R(t)$ et $u_C(t)$.

Exercice 13 :

On désire mesurer l'impédance Z d'une bobine (B), lorsqu'elle est parcourue par un courant fourni par le secteur. On met en série avec un résistor de résistance connue $R=100\Omega$ et à l'aide de trois (3) voltmètres on détermine les tensions efficaces, on lit $U_R = 75\text{V}$; $U_Z = 90\text{V}$; $U = 127\text{V}$ où U est aux bornes de l'ensemble. Calculer l'impédance Z de la bobine et déterminer par la construction de Fresnel, le facteur de puissance.

Réponses numériques : a-) $Z = 120 \Omega$; $\cos \varphi = 0,18$.

Exercice 14 :

Un générateur maintient entre ses bornes une tension sinusoïdale dont la valeur efficace vaut $U = 6,3 \text{ V}$. La fréquence de cette tension est $f = 50 \text{ Hz}$. On branche entre ses bornes, en série un conducteur ohmique de résistance $R = 11 \Omega$; une bobine non résistive d'inductance $L = 270 \text{ mH}$ et un condensateur de capacité $C = 45 \mu\text{F}$.

- a- Faire la construction de Fresnel relative à ce circuit.
- b- Calculer l'impédance du circuit.
- c- Calculer l'intensité efficace du courant.
- d- Déterminer la phase de la tension par rapport à l'intensité.

Réponses : b- $Z = 19,9 \Omega$; c- $I = 353 \text{ mA}$; d- $\varphi = +0,91 \text{ rad}$.

Exercice 15 :

L'intensité instantanée (en milliampère) qui circule dans un circuit (R ; L ; C) série est :

$$i = 13,5 \cos(300t)$$

On donne : $R = 110 \Omega$; $L = 250 \text{ mH}$; $C = 12 \mu\text{F}$.

Exercices de physique niveau Terminale

- a- Faire la construction de Fresnel relative à ce circuit.
- b- Calculer la tension efficace existant aux bornes du dipôle $(R; L; C)$.
- c- Calculer la phase de l'intensité par rapport à la tension.

Exercice 16 : Extrait BAC SM 2013

Un dipôle $(R; L; C)$ série est constitué d'un conducteur ohmique de résistance $R = 50 \Omega$, d'une bobine résistive de résistance $r = 10 \Omega$ et d'inductance $L = 45 \text{ mH}$ et d'un condensateur de capacité $C = 10 \mu\text{F}$. On alimente ce dipôle par une tension sinusoïdale de valeur efficace $U = 6 \text{ V}$ et de fréquence $N = 100 \text{ Hz}$.

- a- Faire la construction de Fresnel relative à ce circuit.
- b- Calculer l'impédance du circuit.
- c- Calculer l'intensité efficace du courant.
- d- Calculer la tension efficace aux bornes de chaque composant.
- e- Calculer la phase de la tension par rapport à l'intensité.

Exercice 17 : (Extrait BAC 2011 Sciences Mathématiques)

Une bobine B d'inductance L et de résistance R est montée en série avec un condensateur de capacité C . L'ensemble est alimenté sous une tension sinusoïdale de valeur efficace 12V et de fréquence 50Hz . On mesure les tensions efficaces U_B , U_C respectivement aux bornes de la bobine et aux bornes du condensateur.

On obtient : $U_B = 10,2\text{V}$ et $U_C = 16\text{V}$. L'ampèremètre thermique inséré dans le circuit indique $I = 0,6 \text{ A}$. Calculer :

- 1-) Les impédances Z_B , Z_C et Z de l'ensemble.
- 2-) Les valeurs de la résistance R et de l'inductance de la bobine.

Réponses numériques : 1-) $Z_B = 27\Omega$; $Z_C = 17\Omega$ et $Z=20\Omega$. 2-) $L=36\text{mH}$; $R=12,7\Omega$.

Exercice 18 :

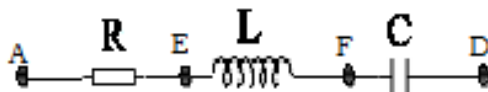
Une tension sinusoïdale de valeur efficace U , de fréquence $f=50\text{Hz}$ est imposée par deux (2) points A et B d'un circuit comprenant, en série, un résistor de résistance $R=20\Omega$, une inductance pure d'impédance $Z_1 = 30\Omega$ et un condensateur d'impédance $Z_2 = 40\Omega$, impédances mesurées à la fréquence du secteur. L'intensité efficace du courant dans le circuit est $I=1,5\text{A}$.

- a-) Déterminer U ainsi que le facteur de puissance du circuit.
- b-) Tout en maintenant une tension sinusoïdale de valeur efficace U entre les bornes du circuit, on change la fréquence. Elle devient $f'=100\text{Hz}$. Calculer dans ces conditions, l'intensité efficace I' du courant dans le circuit ainsi que le nouveau facteur de puissance.

Réponses numériques : a-) $U = 15\sqrt{5} \text{ V}$; $\cos \varphi = 0,89$; b-) $I'=0,75\text{A}$; $\cos \varphi' = 0,45$.

Exercice 19 :

Un circuit électrique comprend entre ses bornes A et D un conducteur ohmique de résistance R , une self pure d'inductance L et un condensateur de capacité C .



Différentes mesures des grandeurs efficaces ont donné les résultats suivants :

$I = 0,20\text{A}$; $U_{AD} = 220\text{V}$; $U_{AE} = 20 \text{ V}$; $U_{EF} = 300\text{V}$ le dipôle est inductif.

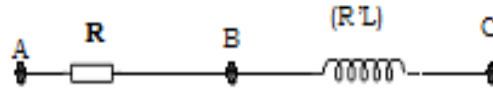
- 1-) Calculer les impédances des différents éléments.
- 2-) Calculer le déphasage entre la tension $U_{AD}(t)$ et l'intensité $i(t)$.
- 3-) Lorsque la pulsation prend la valeur particulière $\omega_0 = 400 \text{ rad/s}$, on constate que le courant et la

Exercices de physique niveau Terminale

tension $U_{AD}(t)$ sont en phase. Calculer les valeurs numériques de L , C et la pulsation initiale ω du courant.

Exercice 20 :

Dans une portion du circuit AC, alimentée en courant sinusoïdale de pulsation ω , on trouve en série un résistor de résistance R et une bobine de résistance $R' = 14 \Omega$ et d'inductance L . Les tensions efficaces sont respectivement $U_{AB} = 20 \text{ V}$, $U_{BC} = 20 \text{ V}$, $U = 32 \text{ V}$.



a-) A partir du diagramme de Fresnel relatif aux tensions, déterminer pour la portion du circuit AC, le déphasage φ entre la tension à ses bornes et de l'intensité.

b-) Calculer l'intensité I du courant, la résistance R du résistor, ainsi que la réactance $L\omega$ de la bobine.

c-) La fréquence du courant étant $f=80 \text{ Hz}$, calculer l'inductance L .

Exercice 21 :

Une tension sinusoïdale de fréquence $f = 60 \text{ Hz}$ est établie entre les extrémités M et N d'une portion de circuit comprenant une bobine de résistance R et d'inductance L en série avec un condensateur de capacité C . L'intensité efficace étant $I = 0,20 \text{ A}$, la mesure des tensions fournit les résultats suivants : $U_{MP} = 12 \text{ V}$, $U_{PN} = 35 \text{ V}$, $U_{MN} = 30 \text{ V}$ (voir figure).



a-) Déterminer la capacité C du condensateur, ainsi que la résistance R et l'inductance de la bobine.

b-) Le condensateur est à capacité réglable. Pour quelle valeur C' l'intensité du courant est-elle maximale ? La tension efficace aux bornes M et N étant maintenue à 30 V , quelles sont alors les tensions efficaces U_{MP} et U_{PN} ?

Réponses numériques : a-) $C = 15,2 \mu\text{F}$, $R = 50 \Omega$, $L = 89 \text{ mH}$,

b-) $C' = 79,2 \mu\text{F}$, $I = 0,6 \text{ A}$, $U_{MP} = 36 \text{ V}$, $U_{PN} = 20,2 \text{ V}$

Exercice 22 :

On monte en série une bobine de résistance r et d'inductance L et d'un condensateur de capacité C . On soumet l'ensemble à un courant i de fréquence réglable : $u = U\sqrt{2} \cos(2\pi ft)$, avec $U=120 \text{ V}$. Soit i l'intensité instantanée.

L'intensité efficace dans le circuit passe par une valeur maximale $I_0 = 1,33 \text{ A}$ pour la fréquence $f_0 = 159 \text{ Hz}$. Pour une autre valeur, f_1 , l'intensité efficace vaut $0,8 \text{ A}$, et la tension efficace aux bornes du condensateur est alors $U_C = 128 \text{ V}$.

1-) Calculer r . Déterminer les impédances de l'ensemble et du condensateur pour la fréquence f_1 .

2-) Dans le cas où $f = f_1$, l'impédance du condensateur est supérieure à celle de la bobine. Laquelle des fonctions i et u est-elle en avance sur l'autre ? Calculer la phase de la tension par rapport au courant.

3-) Soit φ_B et φ_C les phases des tensions U_B et U_C par rapport à l'intensité pour la fréquence f_1 .

a) Représenter sur un diagramme de Fresnel les tensions U_B , U_C et U . Faire apparaître sur le schéma φ et φ_B .

b) En déduire une expression de $\tan \varphi$ en fonction de U_C , U et φ . Calculer φ_B .

c) Calculer L , C et f_1 .

Réponses Numériques : 1-) $r = 90,2 \Omega$; $Z = 150 \Omega$; $Z_C = 160 \Omega$; 2-) $\varphi = -53^\circ$.

Exercices de physique niveau Terminale

3-b) $\varphi_B = 24^\circ$; 3-c) $f_1 \approx 80 \text{ Hz}$; $C = 12,5\mu\text{F}$; $L = 0,08 \text{ H}$.

Exercice 23 (Extrait du BAC 2006 Sciences Mathématiques)

On associe en série un condensateur de capacité C et d'une bobine de résistance R et d'inductance L . L'ensemble est alimenté par une source de tension sinusoïdale (S) de fréquence f . On mesure les tensions efficaces aux bornes de (S), aux bornes de la capacité et aux bornes de la bobine. On remarque que ces trois (3) tensions sont égales.

a-) Calculer l'inductance L et la capacité C en fonction de la résistance R et de la pulsation ω . AN : $R=5\Omega$; $f=50\text{Hz}$.

b-) Calculer dans les mêmes conditions le déphasage φ du courant i par rapport à la tension u aux bornes de (S).

c-) Si l'on modifie la fréquence f du courant, les trois (3) tensions restent-elles égales ?

Réponses numériques : a-) $L = \frac{R}{\omega\sqrt{3}}$; $C = \frac{\sqrt{3}}{2R\omega}$; $L=9,2\text{mH}$; $C=551\mu\text{F}$;

b-) $\varphi = +\frac{\pi}{6} \text{ rad}$.

Exercice 24 :

On considère trois dipôles associés en série : un conducteur ohmique de résistance R , une bobine d'inductance L et de résistance r , un condensateur de capacité C . Ils sont branchés aux bornes d'un générateur délivrant une tension sinusoïdale. A l'aide d'un voltmètre, on a mesuré les tensions efficaces : $U_R = 24\text{V}$; $U_C = 50\text{V}$; $U = 30\text{V}$ tension efficace aux bornes de l'ensemble. A l'aide d'un oscillogramme, on a trouvé que la tension U aux bornes de l'ensemble est en retard de phase $\varphi = -30^\circ$ par rapport à l'intensité du courant.

1-) Soit φ_B la phase de la tension aux bornes de la bobine par rapport à l'intensité. Représenter sur un diagramme de Fresnel les tensions U_R ; U_L ; U_C ; U .

2-) Montrer que : $\tan \varphi_B = \frac{U_C - U \sin|\varphi|}{U \cos \varphi - U_R}$ et $U_L = \frac{U \cos \varphi - U_R}{\cos \varphi_B}$.

3-) Calculer les valeurs numériques de U_L et de φ_B .

4-) La résistance R est égale à 200Ω . La fréquence utilisée est 500Hz . Calculer l'impédance de la bobine, son inductance et sa résistance. Ainsi que la capacité du condensateur.

Réponses numériques : 35V ; 87° ; 292Ω ; $1,3\mu\text{F}$; $0,09\text{H}$; $16,5\Omega$.

Exercice 25 :

Une bobine (R, L) est en série avec un condensateur de capacité C . L'intensité efficace du courant est $I=5\text{A}$. La fréquence du courant est $N=50\text{Hz}$. On mesure les tensions efficaces aux bornes respectivement de la bobine, du condensateur et de l'ensemble, on trouve : $U_B = U_C = U = 17,5\text{V}$.

1-) Faire le diagramme de Fresnel relatif au circuit RLC.

2-) Calculer les valeurs de R, L et C .

3-) Trouver le déphasage φ_1 entre l'intensité du courant $i(t)$ et la tension $U_B(t)$ aux bornes de la bobine, puis le déphasage φ_2 entre le courant et la tension $U_C(t)$ aux bornes du condensateur et enfin le déphasage φ_3 entre les tensions $U_B(t)$ et $U_C(t)$.

4-) Donner en fonction du temps les expressions de $i(t)$, $u_B(t)$, $u_C(t)$ et $u(t)$.

Exercice 26 :

Un dipôle $D_1(R_1; L)$ et dipôle $D_2(R_2; C)$ sont en série. On applique aux bornes de l'ensemble une tension sinusoïdale de valeur efficace $U=12\text{V}$, de fréquence $N=50\text{Hz}$. On mesure l'intensité efficace affichée par un ampèremètre de résistance nulle, on trouve $I=0,50\text{A}$. Le facteur de puissance du premier est $\cos 30^\circ$; celui du second est $\cos 60^\circ$. Le facteur de puissance de l'ensemble est $\cos 30^\circ$.

1-) Calculer $R_1; R_2; L$ et C .

2-) On désire porter le facteur de puissance de l'association à 1. Faut-il pour cela

a) Associer en série avec D_1 et D_2 une inductance pure?

Exercices de physique niveau Terminale

b) Associer en série avec D_1 et D_2 un condensateur?

Réponses numériques : $R_1 = R_2 = 6\sqrt{3}\Omega$; $L = 1,9 \cdot 10^{-2}H$; $C=177\mu F$.

Exercice 27 :

Deux bobines (S_1) et (S_2) de résistances respectives R_1 et R_2 et d'inductances L_1 et L_2 sont mise en série. Aux bornes A et B de l'ensemble, on établit une différence de potentiel sinusoïdale de valeur efficace U_{AB} et de pulsation ω . Les tensions efficaces aux bornes de (S_1) et (S_2) sont U_1 et U_2 .

1-) Etablir la relation entre R_1 ; L_1 ; R_2 et L_2 pour que l'on ait : $U_{AB} = U_1 + U_2$.

2-) On a : $R_1 = 30\Omega$; $L_1 = 0,05H$; $R_2 = 60\Omega$; $L_2 = 0,12H$

a) A-t-on $U_{AB} = U_1 + U_2$?

b) Montrer qu'en ajoutant un condensateur en série entre A et B, il existe deux valeurs C_1 et C_2 de la capacité de ce condensateur pour lesquelles l'égalité $U_{AB} = U_1 + U_2$ est satisfaite.

Application numérique : Calculer C_1 et C_2 avec $\omega = 10^3 \text{ rad/s}$.

Exercice 28 :

on dispose de 3 dipôles D_1 ; D_2 et D_3 composés soit par un résistor (R), soit par un condensateur (C), soit par une bobine (r ; L). Ils sont soumis successivement aux expériences suivantes :

- On note l'intensité du courant traversant le dipôle soumis à une **tension continue** de de 6 V.
- On note l'intensité efficace du courant traversant le dipôle soumis à une **tension sinusoïdale** de fréquence $N = 400\text{Hz}$ et de valeur efficace $U = 12 \text{ V}$.

Dipôles	D_1	D_2	D_3
Expérience a) : intensité du courant en mA	27	18	0
Expérience b) : intensité efficace en mA	36	36	30

- Donner, après justification, la nature des composants des dipôles D_1 ; D_2 et D_3 . Calculer R ; C ; r et L .
- Les trois dipôles sont associés en série et alimentés par la tension sinusoïdale de l'expérience b).
 - Calculer l'intensité efficace du courant traversant les dipôles.
 - Calculer les tensions efficaces U_1 ; U_2 et U_3 aux bornes respectivement des dipôles D_1 ; D_2 et D_3 .
 - Obtient-on $U = U_1 + U_2 + U_3$? Justifiez-le brièvement.
 - Déterminer le déphasage du courant par rapport à la tension d'alimentation.

Exercice 29 :

- Entre deux points A et B, on monte en série une bobine d'inductance L_1 et de résistance $R_1 = 25 \Omega$ avec une résistance pure $R = 75 \Omega$ puis on applique entre A et B une tension sinusoïdale $u(t) = 220\sqrt{2} \sin(314t)$; u est exprimée en volts. L'intensité instantanée du courant est en retard de $\frac{\pi}{3} \text{ rad}$ sur la tension instantanée entre A et B. Trouver la valeur de L_1 , puis celle de Z_1 l'impédance de cette portion de circuit.
- On met en série avec la première une autre portion de circuit BD d'impédance Z_2 comprenant en série une bobine d'inductance $L_2 = 0,9 \text{ H}$ et de résistance $R_2 = 100 \Omega$ et un condensateur de capacité C . On applique la tension précédente entre A et D.
 - En vous aidant de la construction de Fresnel, trouver la valeur de C qui vérifie la relation $Z = Z_1 + Z_2$; Z étant l'impédance du circuit AD.
 - Donner l'expression de l'intensité instantanée $i(t)$ du courant.

Exercice 30 :

Les éléments suivants sont disposés en série, entre deux points A et B :

- Un résistor de résistance $R=50\Omega$
- Une bobine de résistance négligeable et d'inductance $L=0,4H$
- Un condensateur de capacité $C=10\mu F$. On établit entre A et B, une tension sinusoïdale

$$u = 60\sqrt{2} \sin(2\pi ft)$$

Exercices de physique niveau Terminale

1-) Dans cette question la fréquence de la tension est $f=50\text{Hz}$.

a) Calculer l'intensité efficace I du courant qui s'établit dans le circuit.

b) Tracer le diagramme de Fresnel relatif aux tensions. Donner l'expression $i=f(t)$ de l'intensité instantanée du courant en fonction du temps.

2) a) Montrer qu'il existe une fréquence de courant f' différente de f pour laquelle l'intensité efficace dans le circuit est la même que précédemment. Calculer f' . Exprimer dans ce cas $i'=f(t)$.

b) Entre les valeurs de f et de f' se situe une fréquence f_0 correspondant à l'impédance minimale de la portion du circuit. Déterminer f_0 , l'intensité efficace I_0 du courant circulant, le facteur de qualité Q du circuit.

Réponses numériques : 1-) a) $I=30\text{A}$; $i = 0,42 \sin(314t + 1,32)$; 2-) a) $f'=127\text{Hz}$;
 $i' = 0,42 \sin(314t - 1,32)$; b) $f_0 = 79,6\text{Hz}$; $I_0 = 1,2\text{A}$; $Q=4$.

Exercice 31 :

Un moteur est alimenté sous une tension $u = 220\sqrt{2} \cos(100\pi t)$, sa puissance mécanique est de 300 W

1-) Le rendement énergétique du moteur est de 85% . Quelle est la puissance électrique moyenne mise en jeu ?

2-) L'intensité dans le moteur est $I = 2\text{ A}$. Quel est son facteur de puissance ?

Réponses Numériques : 1-) $P = 353\text{ W}$; 2-) $\cos \varphi = 0,8$.

Exercice 32 :

Un circuit en série comprend un conducteur ohmique de résistance $R=144\Omega$, une bobine de résistance $r=6\Omega$ et d'inductance $L=1\text{H}$, et un condensateur de capacité $C=20\mu\text{F}$. On néglige la résistance des fils de connexion. On applique entre les bornes du circuit une tension sinusoïdale de valeur efficace 220V et de fréquence 50Hz .

1-) Calculer la puissance moyenne consommée par le circuit.

2-) Calculer les puissances moyennes consommées par le conducteur ohmique ; la bobine et le condensateur.

Réponses numériques : 1-) $215,7\Omega$; 1A ; 156W ; 2-) 150W ; 6W ; 0 .

Exercice 33 :

Un circuit alimenté en courant sinusoïdal de fréquence $f = 60\text{ Hz}$, comprend en série, un condensateur de capacité $C = 50\mu\text{F}$ et un résistor de résistance $R = 25\Omega$. La puissance moyenne consommée est $P = 81\text{ W}$.

1- Calculer l'intensité efficace I du courant.

2- Construire le diagramme de Fresnel relatif aux tensions, et déterminer la tension efficace U aux bornes du circuit.

3- Quel est le facteur de puissance de ce circuit ?

Exercice 34 :

Un dipôle, constitué d'un résistor en série avec un condensateur, consomme une puissance moyenne $P = 80\text{ W}$ quand on applique à ses bornes une tension sinusoïdale de valeur efficace $U = 120\text{ V}$ de fréquence $f = 75\text{ Hz}$.

L'intensité efficace du courant vaut $I = 0,80\text{ A}$. Calculer :

a- La résistance R et l'impédance Z du dipôle.

b- Le facteur de puissance du circuit.

c- La capacité C du condensateur.

Exercice 35 :

Un circuit est constitué d'un conducteur ohmique de résistance R et d'une bobine de résistance négligeable.

1-) On alimente le circuit sous une tension continue de 6V . L'intensité du courant est $0,2\text{A}$. Déterminer la résistance et la puissance consommée.

Exercices de physique niveau Terminale

2-) Le circuit est ensuite alimenté sous une tension alternative de valeur efficace 6V et de fréquence 50Hz. L'intensité efficace est 0,1A. Calculer :

- a) La puissance consommée ;
- b) Le facteur de puissance ;
- c) La réactance $L\omega$ du circuit et l'inductance L de la bobine.

3-) Un condensateur associé en série ramène le facteur de puissance du circuit à 0,8. Calculer :

- a) L'impédance du circuit et sa réactance.
- b) Les deux (2) valeurs possibles de la capacité du condensateur.
- c) La puissance consommée par le circuit si la tension efficace aux bornes de l'association reste égale à 6V.

Réponses numériques : 1-) 30Ω ; 1,2w ; 2-) a) 0,3w ; 0,5 ; b) 52Ω ; 165,5mH ; 3-) a) $37,55^\circ$;

$\tan \varphi = \pm 0,75$; $\pm 22,5\Omega$; 108 μ F et 43 μ F ; 0,768w.

Exercice 36 :

On considère un circuit comprenant en série un conducteur ohmique de résistance $R=6\Omega$; une bobine d'inductance $L=20\text{mH}$ et de résistance négligeable, un condensateur de capacité $C=5\mu\text{F}$. On applique aux bornes de ce circuit une tension : $u = 24\sqrt{2} \sin(2\pi ft)$, de fréquence $f=480\text{Hz}$.

1-) Calculer l'impédance de ce circuit. Déterminer la phase de l'intensité par rapport à la tension. Exprimer l'intensité du courant en fonction du temps.

2-) On fait varier R sans modifier les autres paramètres du circuit.

- a) Exprimer en fonction de R la puissance moyenne consommée dans le circuit.
- b) Pour quelle valeur de R la puissance consommée est-elle maximale ?

Réponses numériques : 1-) 8,48 Ω ; 45° ; $I_{\max} = 4\text{A}$; 2-) b) $R=6\Omega$.

Exercice 37 :

Une installation dont le facteur de puissance est 0,85 à la fréquence $f=50\text{Hz}$, alimentée sous une tension sinusoïdale de valeur efficace $U_2 = 380\text{V}$ est traversé par un courant efficace $I=160\text{A}$. Le courant est amené par une ligne d'inductance 1,2mH comprenant deux conducteurs en cuivre, chacun de longueur $\ell=500\text{m}$ et de 80mm^2 de section. Calculer :

- a-) La chute de tension en ligne
- b-) La tension efficace U au départ de la ligne (Résoudre cette question par une méthode graphique). Résistivité du cuivre est $\rho = 1,6 \cdot 10^{-8}\Omega \cdot \text{m}$.

Réponses numériques : 68,3V ; $U \cong 440\text{V}$.

Exercice 38 (Extrait du Bac Sciences Expérimentales Session 2016)

La largeur de la bande passante d'un circuit RLC série est 100 Hz et la fréquence à la résonance 700 Hz.

1-) Quel est le facteur de qualité du circuit ?

2-) La tension efficace délivrée par le générateur est 5 V. Quelle est la tension aux bornes du condensateur à la résonance d'intensité ?

Exercice 39 :

Un dipôle est formé en série d'une bobine de résistance nulle, d'inductance L, d'un résistor de résistance R et d'un condensateur de capacité C. Un générateur BF impose aux bornes de l'ensemble une tension sinusoïdale $u = U\sqrt{2} \sin(\omega t)$.

1-) Exprimer la tension efficace U_e aux bornes de condensateur en fonction de R, L, C, ω et U.

2-) On pose $Q = \frac{1}{RC\omega_0}$ et $\rho = \frac{\omega}{\omega_0}$. Montrer que U_C s'exprime en fonction des trois (3) grandeurs U, Q et ρ .

3-) En déduire que U_C peut passer par un maximum pour une valeur convenable ω_C de ω . Quelle condition doit vérifier Q pour que ce maximum existe ?

4-) Calculer Q pour $R=10\Omega$; $U=40\text{V}$; $L=0,10\text{H}$; $C=10\mu\text{F}$.

Réponses numériques : $\omega_C = \omega_0 \sqrt{1 - 1/Q^2}$; 4-) $\omega_0 = 1000 \text{ rad/s}$; $Q=10$; $U_C = 400\text{V}$; $\omega_C = 995 \text{ rad/s}$.

Exercice 40 :

Exercices de physique niveau Terminale

Entre deux (2) points A et B on dispose en série une bobine de résistance $R=20\Omega$, d'inductance $L=0,1H$ et un condensateur de capacité C. On établit entre A et B une différence de potentiel sinusoïdale de pulsation $\omega_0 = 500 \text{ rad/s}$ et de tension efficace $U=40V$.

a-) Calculer la capacité C, sachant que la tension instantanée entre A et B est en phase avec l'intensité du courant dans le circuit. Quelle est dans ces conditions la puissance moyenne consommée entre A et B ?

b-) On maintient $U=40V$ mais on alimente le circuit par un courant de pulsation variable ω . On pose $X = \frac{\omega}{\omega_0}$. Quelles sont les valeurs de X pour lesquelles la puissance dissipée est la moitié de la puissance calculée précédemment ? En déduire les valeurs correspondantes de la pulsation et la fréquence du courant.

Réponses numériques : a-) $C=40\mu F$; $P = 80W$; b-) $X_1 = 1,22$; $X_2 = 0,82$.

OPTIQUE ONDULATOIRE

Exercice 1 :

En un point M d'un champ d'interférence, la différence de marche est $\delta = 15\mu m$. La radiation employée a une longueur d'onde de $500nm$. Quel est l'ordre d'interférence en M ? Que voit-on en M ?

Réponses Numériques : $P=30$, maximum d'intensité

Exercice 2 :

On réalise l'expérience des trous de Young avec deux trous distants de $2mm$. L'interfrange est de $0,34mm$. En reculant l'écran de $50cm$, l'interfrange devient $0,51mm$. En déduire la longueur d'onde λ de la lumière utilisée.

Réponse Numérique : $\lambda = 680nm$

Exercice 3 :

Un dispositif d'interférences fournit avec une lumière de longueur d'onde $\lambda = 0,578\mu m$, douze (12) franges noires. La distance entre la première et la dernière frange est $d = 4,12mm$. Avec une lumière de longueur d'onde λ' , on obtient huit franges noires; l'écart entre la première et la dernière est $d' = 2mm$. Calculer λ' .

Réponse Numérique : $\lambda = 0,441\mu m$

Exercice 4 :

Deux fentes de Young sont distantes de $0,2mm$. L'écran d'observation est situé à $1m$.

1-) Le milieu de la 3^{ème} frange brillante est à $7,5mm$ du milieu de la frange centrale. Calculer la longueur d'onde de la radiation utilisée.

2-) C'est maintenant la 3^{ème} frange sombre qui est à $7,5mm$ de la frange centre. Calculer la longueur d'onde de la nouvelle radiation utilisée.

Exercices de physique niveau Terminale

Réponses Numériques : 1-) $\lambda = 500\text{nm}$ 2-) $\lambda = 600\text{nm}$

Exercice 5 :

Une source monochromatique de longueur d'onde $\lambda = 0,5\mu\text{m}$ éclaire deux fentes synchrones S_1 et S_2 distantes de 3mm. On obtient des franges d'interférences sur un écran E placé à un 1m des trous.

1-) Expliquez le phénomène observé.

2-) Calculer l'interfrange.

3-) On remplace la source précédente par une source émettant deux radiations $\lambda_1 = 0,5\mu\text{m}$ et $\lambda_2 = 0,7\mu\text{m}$ qu'observe-t-on sur l'écran ? Et à quelle distance ?

4-) Au lieu d'une source à deux radiations, on utilise la lumière blanche avec $0,4\mu\text{m} \leq \lambda \leq 0,8\mu\text{m}$.

Expliquez le phénomène observer et donner les radiations obscures au point $x = 2\text{mm}$.

Réponses Numériques : 2-) $i = 0,16\text{mm}$; 3-) Coïncidence entre la 7^{ème} et la 5^{ème} des Fb à $x = 1,16\text{mm}$;

4-) $k = \{7; 8; 9; 10; 11; 12; 13; 14\}$; $\lambda = 0,8\mu\text{m}$; $\lambda = 0,70\mu\text{m}$

Exercice 6 :

Soit un système des fentes de Young dans lequel $a=1\text{mm}$; $D=1\text{m}$. On constate que la dixième (10^{ème}) frange brillante (comptée à partir de la frange centrale) se trouve à 7mm du milieu de cette frange centrale. En déduire :

a-) La longueur d'onde de la lumière incidence.

b-) La valeur de l'interfrange.

c-) La distance séparant les milieux des sixièmes et huitièmes franges sombre située de part et d'autre de la frange centrale.

Réponses Numériques : a-) $\lambda = 0,7\mu\text{m}$; b-) $i=0,7\text{mm}$; c-) $x=9,1\text{mm}$.

Exercice 7 :

On réalise une expérience d'interférences lumineuses à l'aide du dispositif des fentes de Young pour lequel $a=1\text{mm}$ et $D=2\text{m}$. Le système est éclairé par une source monochromatique de longueur d'onde λ .

1-) Qu'appelle-t-on frange centrale ? Où se trouve-t-elle sur l'écran ?

2-) La distance séparant le milieu de la 7^{ème} frange noire située d'un côté de la frange centrale, du milieu de la 2^{ème} frange noire située de l'autre côté est de 10,4mm.

a) Définir et calculer l'interfrange.

b) En déduire la longueur d'onde dans le vide de la radiation monochromatique utilisée.

3-) La source émet à présent deux radiations dont l'une a pour longueur $= 0,65\mu\text{m}$, l'autre ayant une longueur d'onde λ' inconnue. On constate que la 10^{ème} frange brillante de λ et la 13^{ème} frange brillante de λ' comptée à partir de la frange centrale coïncident, la frange centrale étant numérotée zéro.

Calculer λ' .

Réponses Numériques : 2-) a) $i=1,3\text{mm}$; b) $\lambda = 0,65\mu\text{m}$; 3-) $\lambda' = 0,50\mu\text{m}$.

Exercice 8 : Choisir la bonne réponse

On utilise le dispositif de Young pour réaliser une figure d'interférence en lumière monochromatique. En un point de l'écran, la différence de marche est δ

1-) Pour une longueur d'onde $\lambda = 633\text{nm}$, il ya interférence destructive si δ vaut

a) 2532nm ; b) 2848,5nm

2-) Lorsque la longueur d'onde utilisée est $\lambda = 949\text{nm}$, il ya interférence

a) Destructive ; b) Constructive ?

Exercice 9 :

Une source ponctuelle S de lumière monochromatique de longueur d'onde λ éclaire un dispositif qui permet d'obtenir deux sources ponctuelles S_1 et S_2 cohérentes. Les franges sont observées sur un écran (P) situé à une distance $D=1\text{m}$ des sources S_1 et S_2 est $a=2\text{mm}$.

1-) La source S émet une lumière monochromatique de longueur d'onde $\lambda = 0,560\mu\text{m}$. Calculer l'interfrange i .

Exercices de physique niveau Terminale

2-) La sources S émet simultanément deux radiations de longueurs d'onde respectives $\lambda_1 = 0,560\mu\text{m}$ et $\lambda_2 = 0,448\mu\text{m}$. A quelle distance de la frange centrale se produit la première coïncidence entre les deux systèmes de franges brillantes ?

3-) On place parallèlement à la direction des franges, a une distance $X=1,68\text{mm}$, la fente fine d'un spectroscopie. Qu'observe-t-on dans la lunette du spectroscopie ?

Exercice 10 (Extrait du BAC 2010 Sciences Mathématiques)

On réalise des interférences optiques avec le dispositif des trous de Young. Les sources secondaires S_1 et S_2 émettent des ondes lumineuses dont la fréquence est $5,093.10^{14}\text{Hz}$. En un point M du champ d'interférences la différence de marche est $\delta = 5,89\mu\text{m}$.

1-) Calculer la longueur d'onde de la lumière émise.

2-) Les ondes arrivent-elles en M en phase ou en opposition de phase ?

Réponses Numériques : 1-) $\lambda = 0,589\mu\text{m}$; 2-) $P=10$; En phase.

Exercice 11 (Extrait du Bac Sciences Mathématique 2016)

On utilise un faisceau de lumière monochromatique de longueur d'onde λ pour réaliser une expérience d'interférences d'ondes lumineuses à l'aide du dispositif des fentes de Young. Le faisceau issu de la source S est dirigé sur deux fentes très étroites S_1 et S_2 d'une plaque opaque distantes de $a = 0,200\text{ mm}$, on observe la figure d'interférence sur un écran situé à une distance $D = 1,50\text{ m}$ derrière la plaque. La position d'un point M sur l'écran est repérée par sa distance au point O, point de l'écran situé à égale distance de S_1 et S_2 .

1-) Rappeler les conditions qui permettent d'obtenir des interférences lumineuses. (1pt)

Sont-elles réalisées ici ? (0,5pt).

2-) Faire le schéma du dispositif et indiquer sur le schéma la différence de marche Δ des rayons issus de S_1 et S_2 qui arrivent en M. (2pts)

3-) Exprimer cette différence de marche en fonction de a , x et D . (2pts)

4-) A quelle condition, sur la différence de marche, le point M sera-t-il situé sur la cinquième frange brillante en partant de O. (0,5pt)

5-) Le centre de la cinquième frange brillante se trouve à $x = 34,7\text{ mm}$.

Déterminer la valeur de la longueur d'onde λ . (2pts)

Exercices de physique niveau Terminale

PHYSIQUE NUCLEAIRE ET ATOMIQUE

EFFET PHOTOELECTRIQUE

Exercice 1:

1-) On éclaire la cathode en césium d'une cellule photo-électrique, avec une lumière monochromatique de longueur d'onde $\lambda = 0,80\mu\text{m}$. Le seuil photo-électrique du césium est à $\lambda_0 = 0,66\mu\text{m}$. Quelle sera l'indication du microampèremètre placé dans le circuit ? Expliquer.

2-) On utilise maintenant une radiation de longueur d'onde $\lambda' = 0,30\mu\text{m}$.

a) Cette radiation est-elle visible ? Dans quel domaine se situe-t-elle ?

b) Quelle est l'énergie transportée par chaque photon ?

c) Quel est le travail minimal nécessaire pour extraire un électron du césium, sans lui communiquer de vitesse ?

d) Quelle est ici la vitesse maximale, communiquée aux électrons extraits du métal ?

3-) On constate que le microampèremètre indique 10^{-5} ampère ; quel est le nombre d'électrons qui sont extraits de la cathode en 1 seconde ? La source qui irradie la cathode ayant une puissance de 6,62w, quel est le rendement de la cellule ? ($R = n_e/n_p$).

On donne : $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{J} \cdot \text{s}$; $C = 3 \cdot 10^8 \text{m/s}$; $m_e = 0,91 \cdot 10^{-30} \text{kg}$; $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$.

Réponses Numériques : 1-) Courant nul ; 2-) a) $\lambda' = 0,30\mu\text{m}$; U.V ; b) $6,62 \cdot 10^{-19} \text{J}$

c) $3,01 \cdot 10^{-19} \text{J}$; d) $8,9 \cdot 10^5 \text{m/s} = 890 \text{km/s}$; 3-) $6,25 \cdot 10^{13}$; $R = 6,25 \cdot 10^{-6}$.

Exercice 2 :

Une lampe émet un faisceau lumineux composé de quatre radiations de longueur d'onde $\lambda_1 = 0,7\mu\text{m}$; $\lambda_2 = 0,66\mu\text{m}$; $\lambda_3 = 0,54\mu\text{m}$; $\lambda_4 = 0,5\mu\text{m}$. Cette radiation éclaire une cellule photoélectrique au potassium. Une cellule photoélectrique au potassium, l'énergie d'extraction d'un électron du métal potassium est $W_0 = 2,2\text{eV}$. A l'aide de filtres appropriés on peut isoler chacune des radiations précédentes pour étudier leur effet.

1-) Calculer la fréquence limite ν_0 au dessus de la quelle l'extraction est impossible. Quelles est la longueur d'onde λ_0 de cette radiation limite ? En déduire les radiations qui provoquent une émission d'électrons.

2-) Calculer la vitesse maximale d'émission des électrons pour chacun des cas où l'émission est possible.

Réponses Numériques : Consultez le cahier de cours

Exercice 3 :

Une surface métallique est éclairée par la lumière UV de longueur d'onde $\lambda = 0,15\mu\text{m}$. Elle émet des électrons dont l'énergie cinétique maximale est égale à 4,85eV.

a-) Calculer le travail d'extraction W_0 .

b-) Quelle est la nature du métal (λ_0 seuil photoélectrique) ?

Métal	Zn	Al	Na	K	Sr	Cs
$\lambda_0(\mu\text{m})$	0,35	0,365	0,50	0,55	0,60	0,66

Quelle tension serait nécessaire pour arrêter cette émission ?

c-) Pour augmenter la vitesse maximale d'émission faut-il changer l'intensité du faisceau lumineux, sa longueur d'onde restant constante, ou bien changer sa longueur d'onde ? Quelle est l'influence de l'intensité du faisceau à la longueur d'onde constante ? Justifier la réponse.

Réponses Numériques : Consultez le cahier de cours.

NIVEAUX D'ENERGIE DANS LES ATOMES

Exercice 1 :

Exercices de physique niveau Terminale

Un atome d'hydrogène à l'état fondamental reçoit un photon de longueur d'onde $8,5 \cdot 10^{-8} \text{m}$. Montrer que l'atome est ionisé. Calculer l'énergie cinétique de l'électron en négligeant celle du photon.

Réponse Numérique : $E_C = 1 \text{ev}$.

Exercice 2 :

Les niveaux énergétiques de l'atome d'hydrogène sont donnés par la relation : $E_n = -\frac{2,176 \cdot 10^{-8}}{n^2}$ (E_n est exprimé en joule).

1-) Calculer l'énergie d'ionisation de l'hydrogène.

2-) On fournit successivement à l'atome d'hydrogène pris à l'état fondamental les quanta d'énergie suivantes : 6ev ; 12,75ev ; 18,0ev grâce à des radiations électromagnétiques. Dans quels cas l'atome pourra-t-il aborder cette énergie ?

Dans quels états se retrouvera-t-il dans chacun des trois (3) cas ?

Réponse Numérique : 2-) 12,75ev ; correspond à la transition $E_4 \rightarrow E_1$

1^{er} cas : le quantum n'est pas absorbé : l'atome reste à l'état fondamental.

2^{ème} cas : le quantum est absorbé, l'atome passe du niveau fondamental au niveau excité $n=4$.

3^{ème} cas : l'atome est ionisé, le quantum est absorbé.

Exercice 3 :

Les niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène sont donnés par la relation $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$ (ev); n étant un entier naturel non nul.

1-) Quelle est l'énergie d'ionisation ?

2-) L'analyse du spectre d'émission de l'atome révèle la présence des radiations de longueurs d'onde 486nm ; 434nm ; 410nm.

a) Déterminer à quelles transitions appartiennent ces raies de la série de Balmer.

b) Entre quelles valeurs extrêmes les longueurs d'onde dans le vide des radiations de cette série sont-elles situées ?

3-) Un photon ayant une énergie de 7ev arrive sur un atome d'hydrogène. Que se passe-t-il :

a) L'atome est dans son état fondamental ?

b) Si l'atome est à l'état excité $n=2$? On donne : $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{J} \cdot \text{s}$;

$c = 3 \cdot 10^8 \text{m/s}$; $1 \text{ev} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{J}$.

Exercice 4 :

On donne $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{J} \cdot \text{s}$; les niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène est donné par la relation

$$E_n = -\frac{E_1}{n^2} \text{ avec } E_1 = 13,6 \text{ev}.$$

1-) Déterminer l'énergie minimale nécessaire pour ioniser l'atome d'hydrogène pris à l'état fondamental. En déduire la longueur d'onde λ_0 correspondante.

2-) a) Dire dans quels cas la lumière de longueur d'onde λ_i est capable :

- D'ioniser l'atome d'hydrogène
- D'exciter l'atome sans l'ioniser

b) Parmi les longueurs d'ondes suivantes, lesquelles sont susceptibles d'ioniser l'atome ? En déduire l'énergie cinétique de l'électron éjecté.

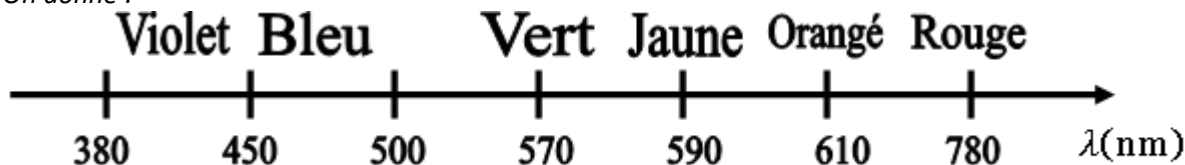
$\lambda_1 = 88 \text{nm}$; $\lambda_2 = 121 \text{nm}$; $\lambda_3 = 146 \text{nm}$.

c) Quelles sont les longueurs d'ondes absorbables par l'atome parmi les longueurs d'ondes λ_1 et λ_2 ?

3-) La lumière émise par certaine nébuleuse contenant de l'hydrogène gazeux chauffé mais à basse pression, est due à la transition électronique entre les niveaux 2 et 3. Déterminer la couleur d'une telle nébuleuse.

Exercices de physique niveau Terminale

On donne :



Exercice 5 :

L'énergie d'un atome d'hydrogène au niveau n ($n \in \mathbb{N}^*$) est : $E_n = -\frac{E_0}{n^2}$ avec $E_0 = 13,6 \text{ eV}$ pour ^1H .

1-) Comment s'appelle le niveau $n=1$? Les niveaux correspondant à $n > 1$?

2-) On considère que n varie de 1 à 8 (valeurs entières) ou que $n = \infty$. Expliquer succinctement pour quoi ce dernier état correspond à l'ionisation ?

3-) Calculer la longueur d'onde minimale d'un photon permettant d'ioniser l'atome d'hydrogène initialement dans son état $n=1$ (énergie de 1^{ère} ionisation). Refaire le même calcul pour $n=2$.

4-) Un photon, de longueur d'onde 70nm, est absorbé par un atome d'hydrogène dans son état le plus stable. Calculer la vitesse de l'électron éjecté (en supposant que le noyau reste immobile).

Donnée : $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$.

Réponses Numériques : 1-) $n=1$: Niveau fondamental ; $n > 1$ niveau excité.

2-) E_n augmente avec n , donc si n tend vers l'infini, E_n tend vers son maximum. On peut considérer que cela correspond à l'arrachement de l'unique électron : H est ionisé. 3-) 91,4nm ; 365 ; 4-) $1,2 \cdot 10^6 \text{ m/s}$.

Exercice 6 :

Le spectre d'émission de l'atome d'hydrogène comporte les radiations de longueurs d'onde : $\lambda_1 = 1875 \text{ nm}$; $\lambda_2 = 656,3 \text{ nm}$; $\lambda_3 = 486,1 \text{ nm}$; $\lambda_4 = 121,6 \text{ nm}$; $\lambda_5 = 102,6 \text{ nm}$.

1-) A quels domaines du spectre électromagnétique ces radiations appartiennent-elles ?

2-) Montrer que certaines des fréquences correspondantes se déduisent des autres par soustraction.

Réponses Numériques : 1-) $\nu_1 = \nu_3 - \nu_2$; $\nu_2 = \nu_5 - \nu_4$.

Exercice 7 (Extrait du BAC 2007 Sciences Mathématiques)

Les nombres d'ondes des raies spectrales de l'hydrogène peuvent être calculés par l'expression $\frac{1}{\lambda} =$

$R_H \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$ dans laquelle n_1 et n_2 sont des entiers avec

$n_2 > n_1$. R_H est la constante de Rydberg : $R_H = 1,0973 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$.

a-) Sachant que les radiations visibles ont des longueurs d'ondes comprises entre $0,4 \mu\text{m}$ et $0,8 \mu\text{m}$, montrer que dans ce domaine on a nécessairement $n_1 = 2$

b-) Déterminer le nombre de raies dans le spectre visible et la longueur d'onde de chacune d'elles.

c-) Calculer la longueur d'onde correspondante à $n_1 = 1$ et $n_2 = 2$ ainsi qu'à

$n_1 = 3$ et $n_2 = 4$ et préciser à quels domaines de radiations elles appartiennent.

Réponses Numériques : b-) $0,656 \mu\text{m}$; $0,486 \mu\text{m}$; $0,434 \mu\text{m}$; $0,410 \mu\text{m}$; $12,93 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$, radiation ultra-violette.

Exercice 8 :

En utilisant la bibliographie pour obtenir quatre (4) chiffres significatifs, démontrer la formule numérique donnant l'énergie d'un photon en fonction de sa longueur d'onde : $E(\text{eV}) = \frac{1240}{\lambda(\text{nm})}$.

Préciser l'unité de la constante « 1240 ».

Exercice 9 :

Les niveaux d'énergie d'un atome d'hydrogène sont donnés par : $E_n = -\frac{E_0}{n^2}$ avec $E_0 = +13,6 \text{ eV}$, $n \in \mathbb{N}$, $1 \leq n \leq 8$. Les longueurs d'onde seront exprimées en nm.

1-) Montrer que la transition électronique entre le niveau n et le niveau $p > n$ correspond à une

Exercices de physique niveau Terminale

longueur d'onde λ telle que : $\frac{1}{\lambda} = k \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{p^2} \right)$. Calculer la valeur de la constante k et préciser son unité.

2-) Le spectre d'émission de l'atome d'hydrogène donne une série de raies (dite série de Paschen) qui correspond au retour vers le niveau 3.

a) Décrire le montage permettant de visualiser ce spectre.

b) Calculer les différentes longueurs d'onde de cette série (on prendra $k = 1,0974 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$).

c) A quel(s) domaine(s) ces raies appartiennent-elles ?

3-) Calculer les valeurs minimale et maximale des longueurs d'onde.

4-) Expliquer comment procéder pour savoir si $\lambda = 4,651 \mu\text{m}$ est ou non une valeur possible de la série de Pfund qui correspond à une émission avec un retour au niveau 5 (à préciser).

Réponses Numériques : 1-) $k = 1,09 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$

2-) a)

P	4	5	6	7	8
$\lambda(\text{nm})$	1874,6	1281,4	1093,5	1004,7	954,32

c) L'infrarouge (IR) proche.

3-) $\lambda_{\min} = 92,57 \text{ nm}$; $\lambda_{\max} = 19051 \text{ nm}$. 4-) $P=7$,
il s'agit de la transition $7 \rightarrow 5$.

Exercice 10 :

Montrer que les fréquences quantifiées que peut émettre l'atome d'hydrogène excité se déduisent les unes des autres par simple combinaison linéaire.

L'intensité dans le moteur est $I = 2 \text{ A}$. Quel est son facteur de puissance ?

Réponse Numérique : $\nu_{3,2} = \nu_{3,1} - \nu_{2,1}$

RADIOACTIVITE

Exercice 1 (Extrait du BAC 2009 Sciences Mathématiques)

La désintégration radioactive du polonium 210 peut s'écrire : ${}^{210}_{84}\text{Po} \rightarrow {}^a_b\text{X} + {}^{206}_{82}\text{Pb}$.

a-) Déterminer a , b et X . De quel type de radioactivité s'agit-il ?

b-) Calculer en MeV l'énergie libérée lors de la désintégration du noyau de polonium 210.

c-) En supposant qu'il n'y'a pas d'émission secondaire, calculer en MeV l'énergie cinétique ainsi que la vitesse de la particule X émise.

On donne : $M_{\text{Po}} = 210,0482 \text{ u}$; $M_{\text{Pb}} = 206,0385 \text{ u}$; $M_X = 4,0015 \text{ u}$; $1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$.

Exercice 2 :

Reconnaître le type des réactions suivantes et préciser si elles sont spontanées ou provoquées :

a-) ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$; b-) ${}^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{94}_{39}\text{Y} + {}^{140}_{53}\text{I} + 2 \cdot {}^1_0\text{n}$; c-) ${}^{60}_{28}\text{Ni}^* \rightarrow {}^{60}_{28}\text{Ni} + {}^0_0\gamma$

d-) ${}^{30}_{15}\text{P} \rightarrow {}^{30}_{14}\text{Si} + {}^0_{-1}\text{e}$; e-) ${}^{238}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{234}_{90}\text{Th} + {}^4_2\text{He}$; f-) ${}^{214}_{82}\text{Pb} \rightarrow {}^{214}_{83}\text{Bi} + {}^0_{-1}\text{e}$.

Exercice 3 :

Un noyau de béryllium ${}^{10}_4\text{Be}$ a pour masse $10,0113 \text{ u}$.

1-) Donner sa composition.

2-) Calculer son défaut de masse.

3-) En déduire son énergie de liaison, puis son énergie de liaison par nucléon (en MeV et en J).

4-) Calculer la masse d'un atome de Be (en u).

On donne : $m_n = 1,00866 \text{ u}$; $m_p = 1,00727 \text{ u}$; $m_e = 0,00055 \text{ u}$.

Réponses Numériques : 1-) $P = 4$; $N = 6$; 3-) $E_l = 1,041 \cdot 10^{-11} \text{ J}$; $E_a = 1,041 \cdot 10^{-12} \text{ J}$;

4-) $m_{\text{at}} = 10,0135 \text{ u}$.

Exercice 4 :

Exercices de physique niveau Terminale

Calculer le pourcentage de masse que perd le système ($^{235}\text{U} + {}^1_0\text{n}$) lors de la fission suivante : $^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{146}_{57}\text{La} + {}^{87}_{35}\text{Br} + 3. {}^1_0\text{n}$.

Données : $E_{\text{libérée}} = 160\text{Mev}$; $m(^{235}\text{U}) = 235,044\text{u}$; $m({}^1_0\text{n}) = 1,0087\text{u}$.

Réponse Numérique : 0,073%

Exercice 5 :

Le réacteur d'un sous-marin nucléaire fonctionne suivant la réaction, supposée unique : $^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{94}_{38}\text{Sr} + {}^{140}_{54}\text{Xe} + 2. {}^1_0\text{n}$.

Pour cela, il utilise de l'uranium enrichi qui contient 3,1% en masse, de ^{235}U . Le rendement du réacteur est de 27%, sa puissance 25Mw. Quelle masse d'uranium enrichi lui faut-il pour fonctionner pendant une année ?

On donne : $m({}^1_0\text{n}) = 1,0087\text{u}$; $m(^{235}\text{U}) = 234,9942\text{u}$; $m(^{94}\text{Sr}) = 93,9154\text{u}$; $m(^{140}\text{Xe}) = 139,9252\text{u}$.

Réponse Numérique : $1,70.10^3\text{kg}$.

Exercice 6 :

Des trois nucléides ${}^5_3\text{Li}$; ${}^6_3\text{Li}$ et ${}^8_3\text{Li}$, l'un est stable, un autre émetteur β^+ et un autre β^- . Préciser lesquels, puis écrire les réactions.

Exercice 7 :

Quels sont les nombres de désintégrations de types α et de type β^- permettant de passer du noyau ${}^{226}_{88}\text{Ra}$ au noyau ${}^{206}_{82}\text{Pb}$?

Réponse Numérique : 5α ; $4\beta^-$.

Exercice 8 :

On dit que l'uranium $^{235}_{92}\text{U}$ est un nucléide fissile.

1-) Que signifie cette expression ?

2-) La réaction produit des nucléides stables ${}^{91}_{40}\text{Zr}$ et ${}^{142}_{58}\text{Ce}$ ainsi que des neutrons et des électrons : écrire l'équation bilan de cette réaction nucléaire.

Réponses Numériques : $X=3$ (${}^1_0\text{n}$) neutrons ; $Y=6$ (électrons).

Exercice 9 :

Le mendelevium ${}^{256}_{101}\text{Md}$ se désintègre en capturant un électron avec émission d'un neutrino ${}^0_0\nu$.

1-) Ecrire la réaction de désintégration du mendelevium. Extrait de la table périodique des éléments : einsteinium : ${}_{99}\text{Es}$; fermium : ${}_{100}\text{Fm}$; mendelevium : ${}_{101}\text{Md}$; nobelium : ${}_{102}\text{No}$.

2-) Le nouveau noyau ainsi obtenu est spontanément fissile. Il peut se désintégrer en Xénon ${}^{138}_{54}\text{Xe}$ et palladium ${}^{114}_{46}\text{Pd}$ avec émission de neutrons. Ecrire la réaction nucléaire correspondante.

Réponses Numériques : 2-) ${}^{256}_{100}\text{Fm} \rightarrow {}^{138}_{54}\text{Xe} + {}^{114}_{46}\text{Pd} + 4. {}^1_0\text{n}$.

Exercice 10 :

L'isotope ${}^{238}_{92}\text{U}$ non fissile est fertile. Il peut capter un neutron rapide, comme l'indique l'équation suivante : ${}^{238}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{239}_{92}\text{U}$.

L'isotope ${}^{239}_{92}\text{U}$ est radioactif, il se transforme en ${}^{239}_{93}\text{Np}$ (Neptunium) et ce dernier également radioactif se transforme en ${}^{239}_{94}\text{Pu}$ (Plutonium) fissile comme ${}^{239}_{93}\text{Np}$. Quels types de désintégration spontanée subissent l'uranium 239 et le neptunium 239 ?

Exercice 11 :

Soit un radionucléide dont l'activité a diminuée de 90% en 2h40min.

1-) Calculer sa durée de demi-vie ainsi que sa constante de temps et la constante de désintégration.

2-) Après quelle durée ne reste-t-il plus que 1,0% de la quantité initiale ?

3-) Après quelle durée ne reste-t-il plus que 3,0% de la quantité initiale ?

Réponses Numériques : 1-) $\lambda = 2,40.10^{-4}\text{s}^{-1}$; $T=48\text{min}$; $\tau = 4,17.10^3\text{s}$;

2-) 5h20min ; 3-) 4h04min.

Exercices de physique niveau Terminale

Exercice 12 :

1-) Démontrer la formule pratique : $N(t) = \frac{N_0}{2^{\frac{t}{T}}}$ et expliquer pourquoi il suffit que t et T soit dans la même unité.

2-) Application : Calculer le pourcentage de radionucléides restant d'un échantillon d'iode I de demi-vie 8,0 jours; après 8 jours ; 16 jours ; 32 jours et 1 an.

Réponses Numériques : 2-) 50% ; 25% ; 6,25% ; $1,8 \cdot 10^{-12}\%$.

Exercice 13 :

1-) Du sodium ^{23}Na est bombardé par un faisceau de neutrons de telle sorte que, chaque seconde $9,3 \cdot 10^9$ noyaux de ^{23}Na se transforment en ^{24}Na . Ce dernier est instable : un équilibre s'instaure et le nombre de ^{24}Na devient constant. Calculer ce nombre.

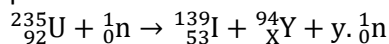
2-) Le radium ^{226}Ra se transforme en radon ^{222}Rn , qui se transforme lui-même en polonium ^{218}Po . Une masse de 0,20g de radium est placée dans une enceinte et, après un certain temps, un équilibre s'instaure et la masse de radon reste constante. Calculer cette masse. On donne :

Isotope	^{24}Na	^{23}Na	^{226}Ra	^{222}Rn
T	15h	Stable	1590ans	3,8 jours

Réponses Numériques : 1-) $7,2 \cdot 10^{14}$; 2-) $1,3 \cdot 10^{-9}\text{kg}$.

Exercice 14 :

Une réaction de fission de l'uranium peut s'écrire :



1-) Déterminer x et y.

2-) Calculer en joule, l'énergie libérée par 1kg d'uranium 235.

Masses : $^{235}_{92}\text{U} = 235,044\text{u}$; $^{139}_{53}\text{I} = 138,905\text{u}$; $^{94}_{\text{X}}\text{Y} = 93,906\text{u}$; ${}^1_0\text{n} = 1,009\text{u}$.

Réponses Numériques : 1-) $x=39$; $y=3$; 2-) 82 Tj (T = Téra = 10^{12}).

Exercice 15 :

Dans un réacteur nucléaire, le laboratoire de physique du lycée a acheté en 1983 une source de $^{137}_{55}\text{Cs}$, ayant une activité de $5,0\mu\text{Ci}$; la période du césium 137 est 30ans.

1-) Quelle sera l'activité de la source mesurée par les élèves en l'an 2000?

2-) Quelle est la masse du césium 137 contenue dans l'échantillon?

3-) A quelle date mesurera-t-on une activité de $1,0\mu\text{Ci}$?

4-) La radioactivité du césium est du type β^- , quel est le nucléide obtenu? Ecrire l'équation-bilan de cette désintégration.

Exercice 16 :

Sachant que la masse de polonium 210 en équilibre radioactif avec une masse d'une tonne d'uranium 238 est à $74 \cdot 10^6\text{g}$.

1-) Calculer la période T de l'uranium 238 sachant que la période du polonium est 139 jours.

2-) Calculer le pourcentage de polonium désintégré au bout de 30 jours.

Réponses Numériques : 1-) $T(\text{U}) = 4,5 \cdot 10^9\text{ans}$; 2-) 14%.

Exercice 17 :

Un noyau d'uranium $^{235}_{92}\text{U}$ bombardé par un neutron donne un noyau de Xénon $^{140}_{54}\text{Xe}$ et un noyau de strontium Sr dont le nombre de masse est 94.

1-) Déterminer le nombre de charge du strontium et nombre de neutrons formés.

2-) On donne les énergies de liaison par nucléon : 7,5MeV pour $^{235}_{92}\text{U}$; 8,2MeV pour $^{140}_{54}\text{Xe}$; 8,5MeV pour $^{94}_{\text{Sr}}$. Calculer l'énergie fournie par la réaction nucléaire précédente.

Exercice 18 :

Afin de permettre l'étude d'une réaction de fusion, on donne un extrait du tableau indiquant l'énergie moyenne de liaison par nucléon, dans un noyau en fonction de la masse du noyau considérée :

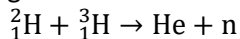
Exercices de physique niveau Terminale

Energie par nucléon en Mev	0	1,1	2,5	7,0	5,2	7,0
Nombre de masse	1	2	3	4	6	8

Et on rappelle les données suivantes : $1\text{u. m. a} = 1,67.10^{-27}\text{kg}$;

$m(\text{He}) = 4,0319\text{u. m. a}$; $e = 1,6.10^{-19}\text{C}$.

1-) Compléter l'équation qui traduit la fusion d'un deuton et d'un triton en hélium et neutron, en indiquant les nombres de masse et de charge absents :



2-) Calculer en Mev et en joule l'énergie libérée par fusion d'un deuton et d'un triton.

Réponse Numérique : 18,3Mev.

Exercice 19 :

En 1934, Irène et Frédéric Joliot-Curie ont créé le 1^{er} nucléide radioactif artificiel, en bombardant des noyaux d'aluminium 27 par des particules.

1-) Sachant que cette réaction nucléaire produit un neutron, trouver le nom du noyau formé, écrire l'équation nucléaire, préciser les règles utilisées pour l'établir.

3 ^{ème} période	${}_{11}\text{Na}$	${}_{12}\text{Mg}$	${}_{13}\text{Al}$	${}_{14}\text{Si}$	${}_{15}\text{P}$	${}_{16}\text{S}$	${}_{17}\text{Cl}$
--------------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	-------------------	-------------------	--------------------

2-) Le noyau radioactif formé se désintègre par le rayonnement β^+ ; écrire l'équation de désintégration nucléaire, préciser les règles utilisées pour prévoir le noyau fils, donner le nom et les caractéristiques de l'autre particule émise, celle qui permet de respecter la loi de conservation de l'énergie.

3-) Le noyau radioactif a une période de 2min3s.

- Donner la définition de la période d'un noyau radioactif.
- Au bout de combien de temps les 7/8 des noyaux de l'échantillon initial sont-ils désintégrés ?
- Au bout de combien de temps les 2/5 des noyaux de l'échantillon initial reste-t-ils ?
- Au bout de combien de temps les 70% des noyaux de l'échantillon initial sont-ils disparus ?

Exercice 20 :

${}^{24}_{11}\text{Na}$ est radioactif β^- de demi-vie $T=15\text{h}$. Calculer la masse nécessaire de ${}^{24}\text{Na}$ pour que le débit de l'émission initiale soit équivalent à un courant électrique de 0,10mA.

Donnée : $e = 1,6.10^{-19}\text{C}$.

Réponse Numérique : $m_0 = 1,9.10^{-3}\text{g}$.

Exercice 21 :

Si l'on suppose que Marie Curie a isolé 1mg de radium 226 en 1912, quelle masse m restera-t-il en l'an 2000 ? Période radioactive de ${}^{226}\text{Ra}$: $T=1620\text{ans}$.

Réponse Numérique : $m=0,963\text{mg}$.

Exercice 22 :

Lorsque le noyau d'uranium 235 (${}^{235}_{92}\text{U}$) est heurté par un neutron « lent », il peut se rompre, diverses réactions nucléaires sont possibles, par exemple il peut se former du Xénon 139 (numéro atomique 54) et du strontium 94 (numéro atomique 38).

a-) Qu'appelle-t-on un neutron « lent » ? Ecrire l'équation de la réaction. Pourquoi dit-on qu'il s'agit d'une réaction « en chaîne » ?

b-) Calculer l'énergie dégagée (énergie par fission).

Donne : Energie de liaison par nucléon : pour ${}^{235}\text{U}$: 7,6Mev ; pour ${}^{139}\text{Xe}$: 8,4Mev
pour ${}^{94}\text{Sr}$: 8,6Mev.

Réponse Numérique : b-) 190Mev.

Exercice 23 :

Exercices de physique niveau Terminale

Données : charge élémentaire $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$;

$1u = 931,5 \text{ MeV}/c^2 = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{kg}$; les masses des noyaux suivants sont données en u : ${}^2_1\text{H}$:

2,013 ; ${}^3_1\text{H}$: 3,015 ; ${}^4_2\text{He}$: 4,001 ; Masse du neutron ${}^1_0\text{n} = 1,008$;

$1 \text{T.E.P} = 42 \cdot 10^9 \text{J}$.

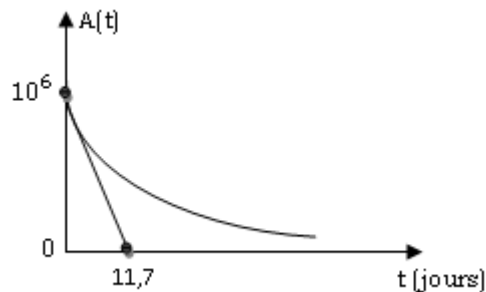
Les masses des électrons sont négligées.

1-) L'hydrogène possède 3 isotopes ${}^2_1\text{H}$, ${}^3_1\text{H}$, ${}^1_1\text{H}$. Ecrire les différentes possibilités qui, à partir de la fusion de noyaux d'isotopes identiques ou différents conduisent à la formation d'un noyau d'hélium, accompagné ou non d'un ou de plusieurs particules.

2-) On considère la réaction qui donne un neutron en plus du noyau d'hélium. Calculer en joules et en T.E.P l'énergie libérée par la fusion de 1kg du mélange renfermant le même nombre d'atomes des deux isotopes.

Exercice 24 :

L'iode 131 est utilisé en médecine. Elle est radioactive β^- . Le graphe ci-dessous représente l'activité, en fonction du temps d'un échantillon contenant de l'iode comme unique radioélément (on le suppose).



1-) Quelle est l'unité de A ? À quoi correspond-t-elle ?

2-) Mesurer la constante de temps τ . En déduire les valeurs de λ (constante de désintégration) et $t_{1/2}$ (durée de demi-vie).

3-) Que vaut l'activité initiale A_0 ? En déduire N_0 le nombre initial de radionucléides.

4-) Exprimer $A(t)$, puis $N(t)$ en fonction de t , A_0 et τ .

5-) Calculer A et N pour $t=1\text{an}$ et conclure.

Réponses Numériques : 1-) A s'exprime en Bq : $1\text{Bq}=1\text{désintégration/seconde}$.

2-) $11,7\text{J} = 1,0 \cdot 10^6 \text{S}$; $\lambda = 9,9 \cdot 10^{-7} \text{s}^{-1}$; $T = t_{1/2} = 7 \cdot 10^5 \text{s}$. 3-) $A_0 = 10^6 \text{Bq}$;

$N_0 = 1,0 \cdot 10^{12}$. 4-) $A(t) = A_0 e^{-\frac{\lambda}{\tau} t}$; 5-) $A = 2,8 \cdot 10^{-2} < 1$ noyau. Au bout d'un an, le patient n'a plus d'iode 131 provenant de cette injection dans l'organisme.

Exercice 25 :

L'énergie de liaison du nucléide ${}^{235}_{92}\text{U}$ est $E_{L_1} = 1802 \text{ MeV}$ et celle du nucléide ${}^{142}_{58}\text{Ce}$ est $E_{L_2} = 1199,9 \text{ MeV}$. Lequel de ces deux nucléides est le plus stable ? Pourquoi ?

Exercice 26 :

Dans une étoile, on trouve essentiellement des noyaux d'hydrogène, qui par le cycle doit : « proton-proton » conduisent à la synthèse de l'hélium.

1-) Ecrire l'équation-bilan de ce cycle.

2-) Quelle est l'énergie libérée au cours de ce cycle en MeV et en joule ?

On donne : $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$; $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$; $m_e = 5,486 \cdot 10^{-4} u$

Masse des noyaux : ${}^1_1\text{H} = 1,0073 u$; ${}^2_1\text{H} = 2,0134 u$; ${}^3_1\text{H} = 3,0149 u$; ${}^4_2\text{He} = 4,0015 u$;

$1u = 1,661 \cdot 10^{-27} \text{kg} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$. (Toute ne son pas utile).

Réponses Numériques : 1-) $24,78 \text{MeV}$; $4 \cdot 10^{-12} \text{J}$.

Dans les exercices suivants, on prendra :

$$m_p(\text{proton}) = 1,0076 u = 938,28 \text{ MeV}/c^2;$$

Exercices de physique niveau Terminale

$$m_n(\text{neutron}) = 1,008665 \text{ u} = 939,57 \text{ MeV}/c^2;$$

$$m_e(\text{électron}) = 0,000549 \text{ u} = 0,51 \text{ MeV}/c^2;$$

$$1 \text{ u} = 1,6606 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 931,50 \text{ MeV}/c^2;$$

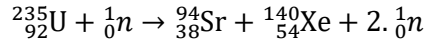
$$N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}.$$

Exercice 27 :

Le réacteur d'un sous-marin nucléaire fonctionne à l'aide d'uranium enrichi en isotope $^{235}_{92}\text{U}$ (l'isotope $^{238}_{92}\text{U}$ n'étant pas fissile).

1-) Quelle est la structure des nucléides cités ?

2-) Les noyaux d'uranium 235 subissent différentes fissions, parmi lesquelles l'une des plus fréquentes est la suivantes :



a) Calculer les énergies de liaison par nucléon des nucléides suivants : $^{235}_{92}\text{U}$, $^{94}_{38}\text{Sr}$, $^{140}_{54}\text{Xe}$.

Données : $M(^{235}_{92}\text{U}) = 234,9942 \text{ u}$, $M(^{94}_{38}\text{Sr}) = 93,9154 \text{ u}$, $M(^{140}_{54}\text{Xe}) = 139,925 \text{ u}$.

b) En déduire l'énergie libérée par cette réaction nucléaire.

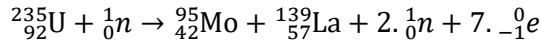
3-) On suppose que toutes les fissions sont identiques à la précédente. Calculer la masse d'uranium consommée en 30 jours par le sous-marin, dont le réacteur fournit une puissance moyenne de 25 MW.

Réponses Numériques : 2-) a) $\varepsilon_{\text{U}} = 1783,3 \text{ MeV}$, $\varepsilon_{\text{Sr}} = 788,3 \text{ MeV}$, $\varepsilon_{\text{Xe}} = 1129,8 \text{ MeV}$

b) $\Delta\varepsilon = \varepsilon_{\text{U}} - \varepsilon_{\text{Sr}} - \varepsilon_{\text{Xe}} = -135 \text{ MeV} = -2,16 \cdot 10^{11} \text{ J}$, 3-) 1,2 kg.

Exercice 28 :

On considère la réaction nucléaire de fission :



Les énergies de liaison par nucléon des nucléides sont respectivement 7,7 MeV, 8,6 MeV et 7,75 MeV.

1-) Exprimer la masse d'un nucléide en fonction de son énergie de liaison.

2-) Etablir la relation entre l'énergie libérée au cours de la fission et la variation de masse du système.

3-) Calculer l'énergie cédée par cette réaction nucléaire.

Réponses Numériques : 1-) $m = Z \cdot m_p + (A - Z)m_n - \varepsilon_l \cdot C^{-2}$,

2-) $\Delta m = m_{\text{Mo}} + m_{\text{La}} + 2m_n + 7m_e - m_{\text{U}} - m_n$,

$\Delta\varepsilon = \varepsilon_{\text{U}} - \varepsilon_{\text{Mo}} - \varepsilon_{\text{La}} + 7(m_p + m_e - m_n) \cdot C^2$, 3-) -90,2 MeV/noyau.

Exercice 29 :

Sous l'action d'un neutron incident, d'énergie cinétique faible, le nucléide $^{235}_{92}\text{U}$ éclate en produisant deux nucléides stables, $^{91}_{40}\text{Zr}$ et $^{142}_{58}\text{Ce}$ par exemple, ainsi que des neutrons et des électrons.

1-) Ecrire la réaction nucléaire. On rappellera les lois de conservation utilisées.

2-) L'énergie de liaison par nucléon est donnée par le tableau suivant :

Nucléide	$^{235}_{92}\text{U}$	$^{91}_{40}\text{Zr}$	$^{142}_{58}\text{Ce}$
Energie (MeV)	7,70	8,80	8,45

a) Rappeler la définition de l'énergie de liaison.

b) En négligeant l'énergie cinétique du neutron incident, calculer, en MeV, l'énergie libérée lors de la fission d'un noyau $^{235}_{92}\text{U}$.

3-) Calculer l'énergie cédée par cette réaction nucléaire lorsqu'un kilogramme d'uranium 235 se désintègre.

Réponses Numériques : 1-) $^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{91}_{40}\text{Zr} + {}^{142}_{58}\text{Ce} + 3 \cdot {}^1_0\text{n} + 6 \cdot {}^0_{-1}\text{e}$

2-) a) $\varepsilon_l = [Zm_p + (A - Z)m_n - m] \cdot C^2$, b) $\Delta m = m_{\text{Zr}} + m_{\text{Ce}} + 3m_n + 6m_e - m_{\text{U}} - m_n$,

$\Delta\varepsilon = \Delta m \cdot C^2 = \varepsilon_{\text{U}} - \varepsilon_{\text{Zr}} - \varepsilon_{\text{Ce}} + 6(m_p + m_e - m_n) \cdot C^2 = -195,9 \text{ MeV}$.

3-) $\varepsilon \approx 8 \cdot 10^{13} \text{ J/kg}$.

Exercices de physique niveau Terminale

Exercice 30 :

Evaluer le rayon d'un noyau de carbone $^{12}_6\text{C}$.

Quels sont les noyaux dont le rayon est sensiblement le double de celui du carbone $^{12}_6\text{C}$?

Données : $R = R_0 A^{1/3}$, avec $R_0 = 1,2 \text{ fm}$.

Réponses Numériques : $R = 2,7$, $A \approx 96$.

Exercice 31 :

A partir de la relation $R = R_0 A^{1/3}$, calculer les rayons des noyaux $^{12}_6\text{C}$ et $^{238}_{92}\text{U}$. En déduire la masse volumique moyenne de ces derniers.

Données : $M(^{12}_6\text{C}) = 12 \text{ u}$, $(^{238}_{92}\text{U}) = 238,051 \text{ u}$, $R_0 = 1,2 \text{ fm}$.

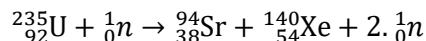
Réponses Numériques : $R_C = 2,7 \text{ fm}$, $R_U = 7,4 \text{ fm}$, $2,3 \cdot 10^{17} \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$.

Exercice 32 (Extrait du BAC, SE 2014)

Le réacteur d'un sous-marin nucléaire fonctionne à l'aide d'uranium enrichi en isotope $^{235}_{92}\text{U}$, l'uranium $^{234}_{92}\text{U}$ n'étant pas fissile.

1-) Quelle est la composition des nucléides cités ?

2-) Les noyaux d'uranium 235 subissent la réaction suivante :



Calculer la masse d'uranium enrichi consommé en 30 jours par le sous-marin dont le réacteur fournit une puissance de 25 MW.

Données : $m(^{235}_{92}\text{U}) = 234,9942 \text{ u}$, $m(^{94}_{38}\text{Sr}) = 93,9154 \text{ u}$, $m(^{140}_{54}\text{Xe}) = 139,9252 \text{ u}$, $m_n = 1,009 \text{ u}$, $1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$.

Réponses Numériques : 2-) $m \approx 1,2 \text{ kg} \cdot \text{a}$