

I Cinématique

Partie 1: Distance nécessaire pour s'arrêter en ligne droite.

La sécurité routière insiste fortement sur le respect de distances minimales entre les véhicules afin qu'en cas d'incident imprévu, tout véhicule puisse s'arrêter sans danger.

DOCUMENT 1 : "Distance de sécurité", article extrait du site de l'Association de Prévention Routière <http://www.preventionroutiere.asso.fr>

Sur autoroute, près des deux tiers des conducteurs ne respectent pas la distance de sécurité entre leur voiture et le véhicule qui les précède. Garder ses distances avec le véhicule que l'on suit est pourtant le meilleur moyen d'éviter une collision ou pire un carambolage. La distance d'arrêt d'un véhicule correspond à la distance parcourue pendant le temps de réaction de son conducteur à laquelle s'ajoute la distance de freinage.

- Temps de réaction noté t_R : on évalue à une seconde le temps minimum nécessaire pour que le conducteur réagisse en cas d'incident ou d'apparition d'un obstacle et ce, dans les meilleures conditions. Pendant ce temps-là, le véhicule continue sa course. Ce n'est qu'une fois l'information assimilée que le conducteur commence vraiment à freiner.
- Distance de freinage : sa longueur varie en fonction de la vitesse du véhicule, de l'efficacité du système de freinage, de la pente, ...

Le Code de la Route a fixé une règle claire : l'intervalle de sécurité à ménager entre vous et le véhicule qui vous précède est au moins la distance que vous parcourez en 2 secondes. Plus votre vitesse est élevée, plus cette distance doit être grande. Pour les véhicules lourds ($PTAC > 3,5\text{ t}$) ou ceux dont la longueur dépasse 7 mètres, les ensembles de véhicules (voiture + caravane) et les camping-cars, cette distance est d'au moins 50 mètres.

Comment évaluer la bonne distance de sécurité ? Prenez un point de repère visuel sur le bord de la route comme un arbre ou un panneau de signalisation. Une fois que le véhicule qui vous précède est passé à sa hauteur, comptez 2 secondes. Si votre véhicule passe ce repère avant ce délai, vous êtes trop près.

Autre astuce : sur autoroute, les lignes délimitant la bande d'arrêt d'urgence mesurent 39 mètres et sont espacées entre elles de 13 mètres. A 130 km.h^{-1} , vous devez au moins laisser un intervalle de 2 traits soit environ 90 mètres pour arrêter votre véhicule sans percuter celui qui vous précède.

On considère un véhicule roulant sur une route rectiligne horizontale Ox à la vitesse v_0 prise égale pour l'instant à 130 km.h^{-1} avec un mouvement uniforme. On notera $\vec{e}_x$ le vecteur unitaire de l'axe Ox dans le sens du déplacement.

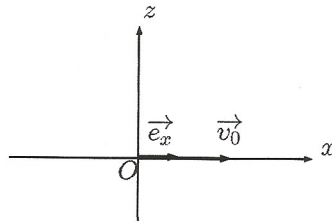


Figure 1: Véhicule sur une route horizontale.

On prendra l'origine des temps à l'instant où un obstacle a surgi et celle de l'espace à la position initiale (pour $t = 0$).

Pour les applications numériques, on prendra $t_R = 1,0 \text{ s}$.

- A.1. Rappeler la définition d'un mouvement rectiligne puis d'un mouvement uniforme.
- A.2. Lorsqu'un obstacle sur la voie apparaît au conducteur, la première phase du mouvement vers l'immobilisation correspond au temps de réaction t_R . Que peut-on dire de la nature du mouvement au cours de cette phase ? En déduire l'expression de la vitesse au cours du temps pour cette phase.
- A.3. La seconde correspond au freinage proprement dit. Par souci de simplification, on considère que le freinage consiste à imposer une décélération a_0 constante. Si on suppose que $a_0 > 0$, donner l'expression du vecteur accélération au cours du temps puis celle du vecteur vitesse.
- A.4. En déduire la position $x(t)$ du véhicule en fonction du temps.
- A.5. Déterminer l'instant t_1 pour lequel le véhicule s'arrête. En déduire la distance d'arrêt d_a en fonction de v_0 , a_0 et t_R .
- A.6. Exprimer puis calculer la valeur minimale de la décélération permettant d'utiliser les lignes de la bande d'arrêt d'urgence pour évaluer la distance de sécurité c'est-à-dire pour que la distance d'arrêt soit inférieure à la distance D des deux lignes de la bande d'arrêt d'urgence.

- A.7. Pour une valeur de décélération $a_0 = 12 \text{ m.s}^{-2}$, comparer les temps d'arrêt et les distances d'arrêt pour des vitesses respectivement de 90 et 130 km.h^{-1} . Les résultats sont-ils logiques ?
- A.8. Pour déterminer la validité de la règle préconisée par le Code de la Route de maintenir une distance par rapport au véhicule devant soi correspondant à la distance parcourue en 2,0 s, calculer la décélération a_2 qui permettrait un arrêt du véhicule à l'instant $t_2 = 2,0 \text{ s}$. Retrouve-t-on la même distance d'arrêt qu'avec la technique précédente pour une vitesse initiale de 130 km.h^{-1} ? Que peut-on en conclure ?

Partie 2 : Coordonnées polaires

Question1

- a) Définir les coordonnées polaires d'un point M. Faire un schéma représentant le trièdre local et les coordonnées polaires.
- b) Exprimer le vecteur position puis établir en les justifiant soigneusement l'expression des composantes polaires des vecteurs vitesse et accélération.
- c) Que deviennent ces expressions dans le cas où M décrit un mouvement circulaire uniforme de rayon R. Exprimer l'accélération en fonction de la vitesse. Représentez dans ce cas, sur le schéma, les vecteurs vitesse et accélération. Quelle est la relation entre le vecteur accélération et le vecteur position ?
- d) A quelle condition, le mouvement est-il accéléré ? décéléré ? Représenter sur un schéma les 4 cas correspondants à un mouvement de rotation dans le sens indirect/direct (à définir) , accéléré/décéléré en faisant figurer la base polaire, les vecteurs vitesse et accélération et en justifiant le sens de ces différents vecteurs.

Question2

Une automobile, que l'on assimile à un point matériel, se déplace sur l'autoroute à la vitesse $V_0 = 130 \text{ km.h}^{-1}$. Elle souhaite sortir de l'autoroute en utilisant une bretelle de sortie assimilée à un arc de cercle pour décrire un demi-cercle plan horizontal de rayon $R = 50 \text{ m}$. Pour éviter de déraper dans la bretelle, la norme du vecteur accélération du véhicule ne peut excéder la valeur $a_{\max} = 10 \text{ m.s}^{-2}$

- a) Montrer que la voiture ne peut pas prendre la bretelle à la vitesse V_0 , au risque de quitter la route.
- b) Expliquer pourquoi il ne faut pas freiner dans le virage au risque de quitter encore la route.
- c) Quelle est la vitesse maximale $V_{\max}$ à laquelle la voiture peut décrire le virage ? Calculer alors la durée pour décrire un quart de cercle.

Question 3

Une scie circulaire de diamètre $D = 60,0\text{cm}$ tourne à 640 tours par minute.

a) Calculer sa vitesse angulaire.

b) Calculer la vitesse d'une de ses dents, appelée vitesse de coupe. A quelle fréquence devrait tourner la scie pour que la vitesse de coupe soit $v_1 = 30\text{ms}^{-1}$?

c) Lorsqu'on coupe le moteur, la scie ralentit uniformément et s'arrête en un temps $t_a = 6,00\text{s}$. Calculer l'accélération angulaire a de la scie. Exprimer alors la nouvelle vitesse angulaire de la scie en considérant l'origine des temps au moment où l'on coupe le moteur. Combien de tours aura effectué la scie durant cette phase d'arrêt ?

II-OPTIQUE

Partie1: Etude d'une lunette astronomique

Une lunette astronomique a son axe dirigé vers le point A de la lune AB de diamètre apparent $\alpha = 32'$. Le diamètre de l'image (A_1B_1) du soleil à travers l'objectif est de 4mm.

- 1- Faire un schéma et calculer la distance focale f_1' de cet objectif.
- 2- L'oculaire est une lentille de vergence V_2 égale à 20 dioptries. Un observateur à vue normale n'accommodant pas, observe la lune avec sa lunette.
 - a- Quelle est alors la distance séparant l'oculaire de l'objectif ?
 - b- Sous quel angle α' l'observateur voit-il le soleil avec sa lunette ?
 - c- Quelle est la valeur du grossissement ?
- 3- Tracer avec soin, la marche d'un pinceau lumineux issu du point B, à travers la lunette. L'image à travers la lunette est-elle droite ou renversée? Justifier la réponse.
- 4- L'œil étant placé au foyer image de l'oculaire, et sa distance minimale de vision distincte est $d_m = 20\text{cm}$. A quelle distance minimale de l'objectif sont situés les objets que l'observateur peut voir nettement sans modifier le réglage de la lunette ?

Partie 2 : Etude d'une lunette de Galilée

Une lunette de Galilée a pour objectif une lentille convergente de vergence $V_1=8\text{dioptries}$ et pour oculaire une lentille divergente de distance focale $f_2'=-5\text{cm}$.

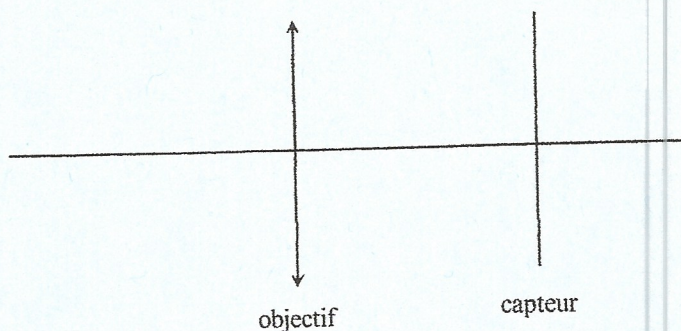
- 1-Quelle doit être la distance d entre ces deux lentilles pour qu'un observateur à vue normale, n'accommodant pas puisse observer à travers la lunette, un objet AB de hauteur $h= 1,70\text{m}$ (A étant sur l'axe optique) , perpendiculaire à l'axe optique de la lunette et situé à une distance $D=34\text{m}$ (on justifiera que l'objet peut être considéré être à l'infini) ?
- 2-Etablir l'expression du grossissement et calculer l'angle α' sous lequel l'observateur voit l'objet avec la lunette.
- 3- Tracer avec soin, la marche d'un pinceau lumineux issu du point B, à travers la lunette. L'image à travers la lunette est-elle droite ou renversée? Justifier la réponse.
- 4- L'observateur passe l'instrument à un autre observateur myope dont la distance maximale de vision distincte est de $d_M = 25\text{cm}$. Que doit devenir la distance objectif-oculaire si le myope veut observer le même objet sans accommoder et en plaçant son œil contre l'oculaire ?

Partie 3: Utilité d'un téléobjectif

On rappelle que le terme « focale » utilisé dans l'énoncé désigne de façon abrégée la distance focale image.

Partie 1 : prises de vues

Un appareil photographique peut, dans une première approche, être réduit à un objectif et un capteur photosensible. L'objectif est assimilable à une lentille convergente, de distance focale f' , tandis que le capteur photosensible est assimilable à un écran. L'objectif forme les images d'objets extérieurs sur le capteur, qui mémorise l'intensité lumineuse en tout point, ce qui permettra d'effectuer ensuite le tirage de la photographie. Lors de la prise de vue, on doit faire la *mise au point* : cela consiste à repérer l'objet dont on veut faire une image nette sur le capteur. La méthode la plus simple pour faire la mise au point, toujours en usage dans de nombreux appareils, consiste à déplacer le capteur par rapport à l'objectif.



Un appareil photographique standard a un objectif de focale $f' = 50$ mm tandis que le capteur photosensible est un rectangle de côtés $a = 24$ mm et $b = 36$ mm. Dans toute cette partie, on considérera que l'appareil photographique possède ces caractéristiques.

1. Quelles sont les natures (réelle ou virtuelle) de l'objet photographié et de l'image sur le capteur ? Montrer que l'image est nécessairement renversée par rapport à l'objet.
2. On fait la mise au point sur un objet à l'infini.
 - a. Quelle est la distance entre l'objectif et le capteur ?
 - b. On veut ensuite faire la mise au point sur un objet situé à distance finie. Comment doit-on déplacer le capteur par rapport à l'objectif ?
3. Les photographes utilisent des notations spécifiques pour les distances, qui présentent la particularité d'être toutes **positives**.

Distance entre l'objectif et l'objet	Distance entre l'objectif et l'image	Taille transversale de l'objet	Taille transversale de l'image	Distance focale image	Grandissement
p	p'	y	y'	f'	$G = \frac{y'}{y}$

- a. Réécrire les relations de conjugaison de Descartes et de Newton en utilisant ces notations.
- b. Exprimer le grandissement G en fonction de p et p' .
- c. Montrer la relation :

$$p = f' \left(1 + \frac{1}{G} \right)$$

4. Une prise de vue dite « normale » correspond à $G < 1$, tandis qu'une prise de vue dite « macro » correspond à $G > 1$. Jusqu'à quelle distance p_{max} de l'objectif l'objet photographié peut-il être placé pour faire une prise de vue « macro » ? Faire l'application numérique. Commenter.
5. On souhaite faire un portrait « en pied » d'une personne de taille $h = 1,70$ m, c'est-à-dire qu'on veut qu'elle apparaisse de la tête aux pieds sur la photo.
 - a. De quelle distance minimale cette personne doit-elle être éloignée de l'objectif pour réussir un tel portrait ?
 - b. Pour réaliser le portrait, on place la personne à une distance de 3 mètres pour la prise de vue, puis on fait un tirage de ce portrait sur un format standard (10 cm par 15 cm). Quelle est la taille de la personne sur la photo ?
6. Les possibilités de déplacement du capteur par rapport à l'objectif sont limitées par la taille de l'appareil photographique. Pour une focale de 50 mm, on peut déplacer le capteur d'une distance maximale de 7 mm. Déterminer jusqu'à quelle distance d_{min} un objet peut être photographié par l'appareil.

Partie 2 : téléobjectif

Un téléobjectif (image ci-dessous) est un objectif d'appareil photo dont la focale est plus longue que la focale standard de 50 mm : les focales des téléobjectifs sont comprises entre 85 mm et 600 mm. Dans cette partie, on s'intéresse à la conception optique d'un téléobjectif.



1. On réalise un téléobjectif avec une unique lentille convergente de focale f' et on fait la mise au point sur un objet étendu à l'infini, d'ouverture angulaire α .
 - a. Quelle est la taille de l'image sur le capteur ? Comment évolue-t-elle avec f' ? Conclure sur l'intérêt d'utiliser un téléobjectif plutôt qu'un objectif standard.
 - b. Comment évolue la longueur de l'appareil photo avec f' ?