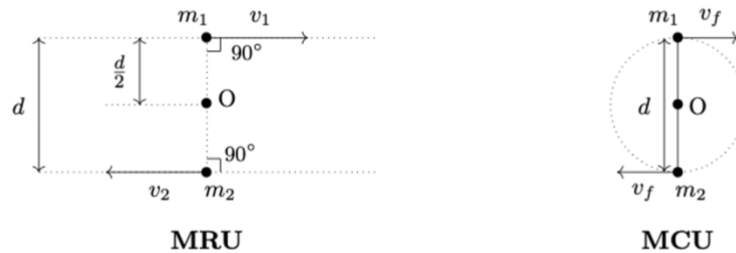


Exercices tutorat PHYS-F104 23/02/2026 – Cinématique

Questions d'examens précédents :

Question 1 (4 points) Un patineur de masse $m_1 = 70 \text{ kg}$ est en mouvement rectiligne uniforme (MRU) de vitesse $v_1 = 3,0 \text{ m/s}$. Un autre patineur de masse $m_2 = 60 \text{ kg}$ est dans un MRU de vitesse $v_2 = 3,5 \text{ m/s}$ dans une direction parallèle mais un sens opposé à celui du premier patineur. Lorsque les deux patineurs passent au plus près l'un de l'autre, à une distance $d = 1,1 \text{ m}$, ils se tiennent les mains et commencent un mouvement circulaire uniforme (MCU) de diamètre d autour d'un point O. Les deux patineurs ont la même vitesse lors de ce MCU.

Remarque : Approximez les deux patineurs comme des masses ponctuelles pour les calculs.



- Calculez le moment angulaire total par rapport au point O **juste avant** que les patineurs ne se donnent la main, comme indiqué sur la figure (gauche). Le moment angulaire est-il conservé? Justifiez.
- Quelle est la vitesse de rotation des deux patineurs **pendant** le MCU? La vitesse angulaire?
- Si les patineurs tirent sur leurs bras pour se rapprocher et que le diamètre de leur MCU devient $\frac{d}{2}$, quelle valeur prend leur vitesse angulaire?

Question 2 (4 points) Lors d'une étape d'une course cycliste de 200 km de long, les 20 premiers km sont parcourus par les coureurs à vitesse constante v_0 en 30 minutes. A ce moment, un coureur nommé Alain s'échappe produisant une accélération constante « a » jusqu'au 25ème km. Il a alors 1 minute d'avance sur le peloton (le peloton franchit le 25ème km 1 minute après lui), le peloton avançant toujours à vitesse constante. A partir du 25ème km, Alain conserve la vitesse qu'il y aura atteinte.

- Quelle est la vitesse v_0 ?
- Quelle est l'accélération « a » d'Alain?
- Quelle est la vitesse atteinte au 25ème km par Alain (notée v_1)?

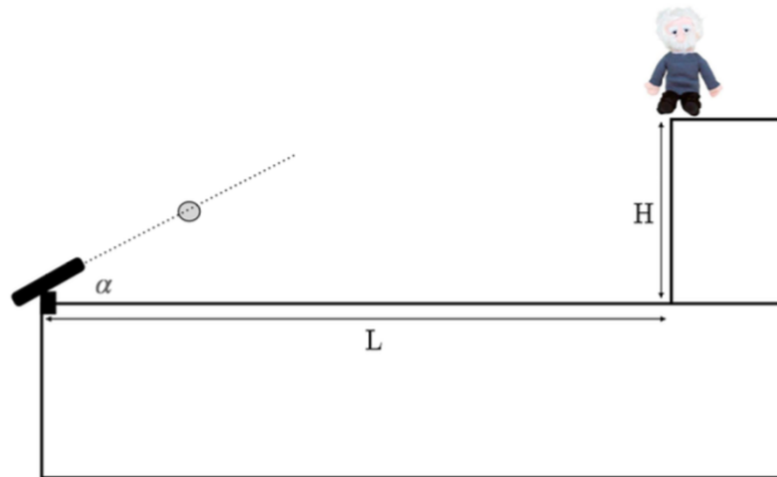
Le peloton se met en chasse du coureur échappé en tête de la course, afin de le rattraper avant qu'il ne finisse l'étape et que celle-ci se joue au sprint.

- En supposant que le coureur échappé conserve sa vitesse v_1 , quelle doit être la vitesse constante v_2 à laquelle le peloton se met à rouler au 30ème km afin de rattraper Alain 1 km avant la ligne d'arrivée?

Question 3 (4 points) Un bus vide de masse $M = 5000 \text{ kg}$, passe au-dessus d'un dos d'âne. Il oscille alors verticalement à la fréquence f_0 . Au retour, le bus est rempli de cinquante personnes de masse moyenne $m = 60 \text{ kg}$. La fréquence de ses oscillations après le dos d'âne est f_1 . Le bus peut être assimilé, grâce à la suspension, à un système masse-ressort de constante de rappel k .

- Exprimer la fréquence f_0 en fonction de M et k .
- Exprimer la fréquence f_1 en fonction de m , M et k .
- Déterminer la valeur numérique de f_1 si $f_0 = 1 \text{ Hz}$.
- Évaluez le nombre maximum de personnes (considérez qu'elles ont toutes une masse de 60 kg) qui peuvent monter dans le bus sans que la fréquence des oscillations ne descende en-dessous de 0,85 Hz?

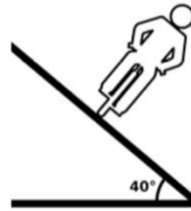
Question 4 (4 points - Toutes sections) Vous êtes à la fête foraine. Afin d'offrir une peluche de rêve à votre partenaire, vous vous arrêtez au stand de tir. Vous souhaitez mettre à profit votre cours de physique afin de gagner à coup sûr. Vous devez utiliser un lanceur de balle de tennis fixe, tirant avec un angle $\alpha = 45^\circ$, afin de toucher une cible, située à une hauteur $H = 1$ m et une distance horizontale $L = 3$ m (voir schéma). Une molette permet de régler la vitesse à laquelle la balle est lancée. Une recherche rapide sur internet vous indique que la masse d'une balle de tennis est de 57 grammes. Avec quelle vitesse initiale devez-vous lancer la balle afin d'atteindre la cible ?



Question 5 (4 points - Toutes sections) Un chien de chasse aperçoit, à 10 m de lui, un chat s'éloignant à la vitesse constante de 18 km/h. Il démarre alors avec une accélération constante de $1,5 \text{ m/s}^2$. Calculez :

- la durée nécessaire au chien pour rattraper le chat,
- la distance qu'il a dû parcourir pour le rattraper,
- la vitesse atteinte par le chien.

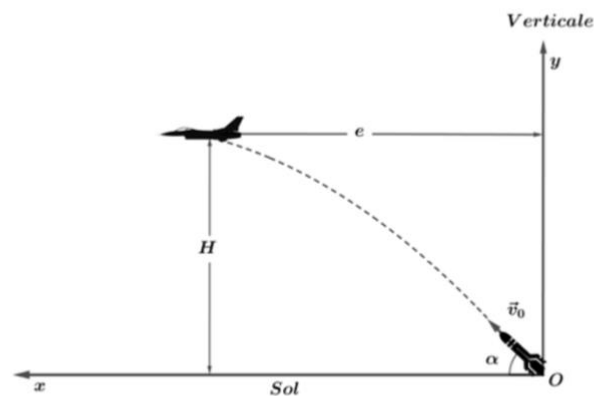
Question 6 (4 points - Toutes sections) Un cycliste participe à une course dans un vélodrome. La piste présente deux lignes droites et deux courbes en demi-cercle, on s'intéresse ici au mouvement du cycliste dans l'une des courbes.



Pour simplifier le problème, on considère que, dans les courbes, la piste est inclinée d'un angle constant de 40° par rapport à l'horizontale, et que la vitesse et le rayon de courbure de la trajectoire du cycliste reste constantes tout au long de la courbe, de sorte qu'on puisse assimiler le mouvement du cycliste à un MCU. On notera le fait que la courbe est un demi-cercle, la parcourir correspond donc à effectuer une demi-période.

- Sur le schéma de droite, représenter les forces, ainsi que l'accélération centripète, qui s'appliquent sur le cycliste lorsqu'il passe dans une courbe. Négliger les forces de frottements.
- Lors d'un premier passage, le cycliste parcourt la courbe en $t = 4,85$ s. Sa trajectoire a un rayon de courbure $r = 20$ m.
Que valent la vitesse angulaire et l'accélération centripète du cycliste ?
- Lors d'un deuxième passage, le cycliste atteint la courbe avec une vitesse $v_T = 50$ km/h, qui correspond à la vitesse tangentielle qu'il conserve tout au long de son passage dans la courbe.
Quel doit être le rayon de courbure de sa trajectoire pour qu'il soit soumis à la même accélération centripète que lors de son premier passage ?
- En combien de temps le cycliste parcourt-il alors la courbe lors de son deuxième passage ?

Question 7 (4 points - Toutes sections) Un avion volant à une hauteur H du sol avec une vitesse constante v_a est pris pour cible par un lance-missile au sol. Lorsque l'avion passe à la verticale du lance-missile, un missile balistique est lancé avec une vitesse initiale de propulsion v_0 faisant un angle α avec le sol.



- Écrire les équations horaires de la position de l'avion : $x_a(t)$ et $y_a(t)$ en fonction de v_a et H .
- Écrire les équations horaires de la position du missile : $x_m(t)$ et $y_m(t)$ en fonction de g , v_0 et α ,
- Calculer α et v_0 pour que le missile, dans sa phase ascensionnelle, touche l'avion lorsqu'il se trouve à une distance $e = 700$ m de l'axe y , comme illustré sur la figure.
Données : $v_a = 900$ km/h et $H = 10$ km.

Question 8 (4 points - Toutes sections) Une voiture roule à vitesse constante $v_0 = 54 \text{ km/h}$ en ligne droite. Au temps t_0 , le conducteur aperçoit un obstacle, mais ne commence à freiner avec une décélération constante de norme $a_0 = 7,50 \text{ m/s}^2$ qu'au bout d'un temps de réaction $\epsilon = 0,6 \text{ s}$.

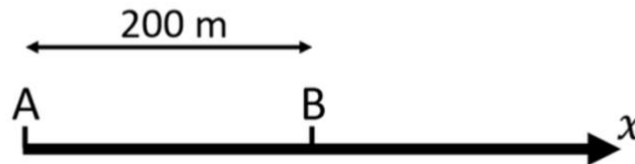
- Calculez le temps mis par le véhicule depuis l'instant initial t_0 jusqu'à l'arrêt de la voiture.
- Calculez la distance parcourue par le véhicule depuis l'instant initial t_0 jusqu'à l'arrêt de la voiture.

Un point est situé à 30 cm du centre de la roue de la voiture. A partir de $t = \epsilon$, la roue commence à rouler de moins en moins vite. Sachant qu'à $t = \epsilon$ le point tourne avec une vitesse tangentielle de 1 m/s et en utilisant le temps pendant lequel la voiture freine, calculez :

- L'accélération angulaire de la roue pendant la durée du freinage ;
- La vitesse tangentielle du point au bout de 2 secondes depuis $t = \epsilon$.

Question 9 (4 points - Toutes sections) Une voiture part du repos, avec une accélération constante de $0,5 \text{ m/s}^2$ du point A. Deux secondes plus tard, un piéton part avec une vitesse constante de 10 km/h d'un point B situé à 200 m du point A, dans la même direction et dans le même sens que la voiture.

- Déterminez la vitesse et la distance parcourue par la voiture durant les deux premières secondes, avant le départ du piéton.
- En considérant le moment où le piéton part comme $t = 0 \text{ s}$, et en prenant le point A comme origine $x = 0 \text{ m}$, quand est-ce que la rencontre entre la voiture et le piéton se produit ?
- Quelle distance a parcouru chaque mobile jusqu'à la rencontre ?



Question 10 (4 points - Toutes sections)

Afin d'entraîner les astronautes à résister à des accélérations de plusieurs g , l'Agence Spatiale Européenne dispose, dans son centre de recherche aux Pays-Bas, d'une centrifugeuse de 8 mètres de diamètre.

- Sachant que la centrifugeuse peut atteindre au maximum 70 rotations par minute, avec un mouvement circulaire uniforme, quelle est l'accélération maximale que peut fournir la centrifugeuse ? Exprimer ce résultat en terme de g .
- Lors de leur entraînement, les astronautes sont exposés à une accélération correspondant à $8g$. Quelle doit être alors la vitesse angulaire ω de la centrifugeuse ? Quelle est dans ce cas la vitesse tangentielle au bout des bras de la centrifugeuse ?
- Une personne ayant une masse de 65 kg est exposée à $8g$ dans la centrifugeuse. Quel est son poids apparent ? On ne prendra pas en compte l'attraction de la Terre.

Question 11 (4 points - Toutes sections) Un objet initialement au repos se déplace en mouvement rectiligne uniformément accéléré pendant 10 secondes, puis continue en mouvement circulaire uniforme dont la période de révolution vaut 5 secondes.

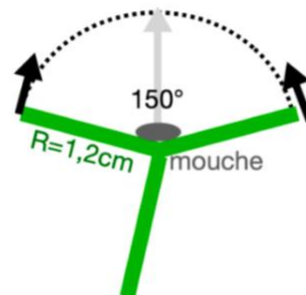
- Quelle est la distance parcourue par l'objet durant les 10 premières secondes en supposant qu'au bout de ces 10 secondes, il ait atteint la vitesse de $v = 20 \text{ m/s}$?
- L'objet se déplace alors en mouvement circulaire uniforme à cette même vitesse $v = 20 \text{ m/s}$ pendant 5 secondes. Quelle est la valeur de la vitesse angulaire ω et du rayon R ?
- Tracez le graphe de la vitesse v en fonction du temps pour les 15 secondes de mouvement.
- Déterminez la distance totale parcourue par l'objet au bout des 15 secondes de mouvement.

Question 12 (4 points - Toutes sections) En 2016, un américain a sauté d'un avion sans parachute à 7620 m d'altitude pour atterrir au centre d'un grand filet placé à 70 m du sol, battant ainsi un record du monde. On étudie sa trajectoire en supposant les frottements de l'air négligeables. On suppose que l'avion se déplaçait parallèlement au sol en direction du filet, avec une vitesse constante de 160 km/h.

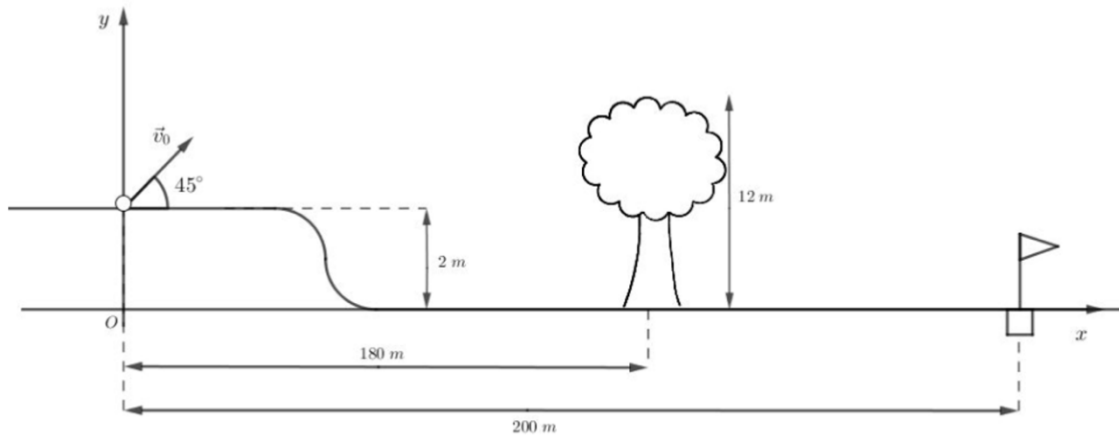
- Faites un schéma de la situation et donnez l'équation qui décrit la position horizontale de l'homme en fonction de son altitude.
- A quelle distance horizontale du filet doit-il sauter pour atterrir au centre de ce dernier ?
- Combien de temps dure sa chute libre ?
- Avec quel angle par rapport à l'horizontal arrive-t-il dans le filet ?

Question 13 (4 points - Toutes sections) La *Dionaea muscipula*, ou Dionée attrape-mouche, est une plante carnivore qui se nourrit d'insectes. Lorsqu'elle est ouverte, un insecte qui se pose peut déclencher la fermeture des lobes, piégeant ainsi l'insecte. Grâce à une caméra et un logiciel informatique, des étudiants de biologie de l'ULB ont observé le mouvement de fermeture des lobes. On supposera pour simplifier que c'est un mouvement circulaire uniforme, de rayon $R=1.2$ cm. Ils ont mesuré la vitesse tangentielle d'un point situé sur le bord de la plante et ont trouvé 2.4 cm/s.

- Calculez la vitesse angulaire correspondante, l'accélération centripète, et le temps nécessaire pour que la plante se referme si, à l'instant initial, l'angle d'ouverture est de 150 degrés, comme le montre le schéma ci-dessous.
- Une mouche se pose au centre de la plante et le mécanisme de fermeture se déclenche. Après un temps de réaction de 200 milliseconde, elle s'envole vers le haut, dans la direction verticale, pour essayer de s'échapper, avec une accélération de 6 m/s^2 . Parviendra-t-elle à s'échapper avant que la plante carnivore ne se referme ?



Question 14 (4 points - Toutes sections) La figure ci-dessous, pas à l'échelle, schématise un parcours de golf. Le joueur désire envoyer la balle dans le trou situé en contrebas (drapeau). Le terrain de golf est toutefois bordé par un rideau d'arbres d'une hauteur de 12 m. Le joueur frappe sur la balle qui part avec un angle de 45° par rapport à l'horizontale, comme indiqué sur le schéma.



- Ecrire les équations du mouvement $x(t)$ et $y(t)$ de la position de la balle selon les axes x et y respectivement. En déduire l'équation cartésienne $y(x)$ de la trajectoire de celle-ci.
- Déterminer la vitesse initiale v_0 que le joueur doit communiquer à la balle s'il désire que celle-ci frôle la cime des arbres.
- La balle tombe-t-elle alors directement dans le trou (sans rouler)? Sinon, à quelle distance du drapeau celle-ci touche-t-elle le sol?