Relation fondamentale de la dynamique, indications

1. Hamac Faire un dessin à l'échelle : la somme des trois forces s'exerçant sur le hamac doit être nulle. La tension des fils étant colinéaire au fil, comparer les composantes horizontales à la composante verticale qui est imposée par le poids.

2. Distance de freinage

1. Faire un dessin à divers moments.
2. Penser aux frottements solides. Séparer la contribution normale de la contribution tangentielle.
3. Intégrer par deux fois la RFD pour remonter à l'évolution de la position. La distance de freinage est telle que la vitesse s'annulle à ce point. Cela permet de déterminer le temps de freinage et de substituer dans l'expression de la position.
4. Rappelez-vous de vos leçon pour le code de la route.

3. Freinage en pente Une pente à 3% signifie que pour chaque 100 m parcouru horizontalement, on est monté de 3 m verticalement. On peut donc déterminer l'angle α du plan incliné avec l'horizontale comme l'arctangente du déplacement vertical sur le déplacement horizontal.

Intégrer deux fois la RFD projetée sur le plan incliné. Calculer l'instant où la vitesse s'annule et remplacer ce t dans l'expression de la distance parcourue pour avoir la distance de freinage.

On pourra penser à faire a posteriori une analyse énergétique du résultat obtenu.

4. Un peu plus a l'ouest

1. La trajectoire est circulaire, parcourue de manière uniforme.
2. Voir le cours sur un mouvement circulaire uniforme.
3. L'accélération est donnée par ω (voir question précédente), mais doit aussi être donnée par la projection radiale de la RFD qui fait intervenir la tension du fil (qu'on ne connaît pas encore à ce stade). Ladite tension doit aussi compenser le poids sur sa projection verticale puisque l'accélération verticale est nulle pour un mouvement qui reste dans un plan horizontal.

5. Panne d'essence

1. Regarder la limite que v tend vers 0.
2. Penser à la séparation des variables comme en chimie pour résoudre sur la vitesse. Pour la position, faire apparaître la dérivée d'une fonction connue.
3. Cela ressemble beaucoup au temps de demi-réaction de la cinétique chimique pour une réaction d'ordre 2.
4. L'arrêt total correspond au moment où la vitesse s'annule. Que vaut alors t ?

   Attention, ce n'est pas parce que le temps pour s'arrêter est infini qu'on ne s'arrête pas sur une distance finie, il faut encore regarder ce qu'il advient de la position à ce moment.

   Il peut être intéressant de voir ce qui se passe si la force de frottement est juste linéaire et non quadratique en la vitesse.

6. Vol d'avion humanitaire

1. Projeter la RFD selon la verticale et intégrer deux fois. Attention, la vitesse verticale initiale n'est pas nulle.
2. L'avion avant à vitesse constante, mais il n'est pas clair d'après l'énoncé si on doit calculer la distance absolue ou la distance parcourue en projection sur le sol.
3. Utiliser la projection horizontale de la RFD intégrée deux fois. À nouveau, prendre garde à la valeur de la vitesse initiale.

7. Tir dans le vide

1. Commencer par trouver les classiques expressions de $z(t)$ et $x(t)$ en fonction de l'angle α de départ de l'obus et de la vitesse v_0 d'éjection.

   La distance maximale est obtenue assez naturellement quand l'obus atteint la cible au plus haut de la trajectoire, il faut donc trouver le temps t_0 tel que $z(t_0) = h$ et $\dot{z}(t_0) = 0$. On a alors $x_\mathrm{m} = x(t_0)$.
2. Cette fois, on impose la distance $x(t_1) = x_\mathrm{m}/2$ pour atteindre la hauteur $z(t_1) = h$. On peut donc isoler t_1 de la première expression, le remplacer dans la seconde et déterminer les valeurs de α qui permettent de vérifier $z(t_1) = h$.
3. Il s'agit de calculer $\sqrt{\dot{x}(t_1)^2 + \dot{z}(t_1)^2}$. À noter qu'un raisonnement énergétique pourra être fait pour obtenir directement cette information une fois le cours sur *M3* vu.

8. Question pour un(e) champion(ne) Je vous laisse réfléchir et poser les choses.

Vous pouvez supposer les frottements fluides en $-m\alpha\,\vec{v}$ pour pouvoir mener à bien les calculs et supporter votre intuition.

À noter qu'on peut répondre à la question précédente sans aucun calcul. En revanche, qu'en est-il du temps pour que l'objet retombe dans votre main dans les deux cas sachant que les frottements vont ralentir sa chute ?

C'est un peu comme l'histoire de la barbe du capitaine Haddock pour passer la nuit : au-dessus ou en dessous de la couverture ?

9. Monté sur ressort (horizontalement)

1. Les ressorts sont horizontaux, le déplacement initial est horizontal dans le même sens que les ressorts, chaque ressort ramène vers la position centrale qui est position d'équilibre. Vous les imaginez les oscillations ?
2. Bien écrire que $\vec{\mathrm{T}_i} = -k(\ell_i - \ell_0)\vec{u_i}$ où $\vec{u_i}$ va du point de fixation du ressort i considéré vers le mobile où s'applique la force et ℓ_i est la longueur du ressort considéré. Il faut exprimer les ℓ_i en fonction de x. Bien faire le dessin précédent avec $x > 0$ pour ne pas se casser la tête. Cela marchera automatiquement avec les mêmes formules pour $x < 0$.
3. La RFD doit vous amener à une équation d'oscillateur harmonique (cf première question). Si vous avez un souci de signe, regardez où vous avez pu vous tromper à la question précédente.
4. Résolution classique pour un oscillateur harmonique.

10. Fête foraine Se poser la question du mouvement de la masse et donc de l'accélération associée. Puis appliquer la RFD et la projeter à la fois selon $\vec{e_z}$ et $\vec{e_r}$ dans un repère (cylindrique) adapté. Lorsque la tension disparaît entre ces deux relations, il nous reste la relation recherchée.

11. Régimes sans sel Négliger l'action du poids (c'est implicite mais nécessaire pour que ce ne soit pas trop compliqué à mettre en œuvre). Chaque bille est supposée avoir une masse m. Analyser le mouvement de chacune, en déduire l'accélération en fonction de la vitesse angulaire ω et faire l'inventaire des forces s'appliquant pour relier les deux via la RFD.

Dans le second cas, il faut faire deux RFD, une pour chaque bille, et se débarrasser de la longueur du ressort en combinant les deux. Il ne devrait rester que la tension du fil.

12. Sèche-linge Supposer un mouvement circulaire du vêtement : on connaît donc son accélération. Faire l'inventaire des forces s'appliquant sur lui et projeter selon $\overrightarrow{e_r}$. Déterminer le moment où la réaction normale change de signe, c'est le moment du décrochage car la force en question peut être selon $-\overrightarrow{e_r}$ mais jamais selon $+\overrightarrow{e_r}$ car la paroi ne retient pas le vêtement.

13. Coefficient de frottement du verre

1. Projeter la RFD selon x et y (seul les projections du poids font intervenir l'angle α). Le fait d'être à l'équilibre implique que l'accélération du bloc est nulle.
2. Remplacer les expression de R_n et R_t obtenues à la question précédente dans la relation définissant μ.
3. Simple application numérique de la formule précédente. N'oubliez pas de convertir en radians si votre calculatrice est réglée ainsi (ce qui est plutôt un bon réflexe).

14. Traction d'un cube sur une table horizontale

15. En bloc Appliquer deux fois la RFD projetée sur l'horizontale, une fois sur chaque masse.

À noter qu'une application unique sur l'ensemble des deux masses vous permet de trouve directement l'accélération que l'on peut remplacer alors dans la RFD sur la masse soumise uniquement à la tension pour obtenir son expression, cela permet de s'économiser quelques calculs.

16. Chute en v

17. King-Kong La difficulté est de différencier la force que King-Kong exerce sur la corde et, par réaction celle que la corde exerce sur King-Kong.

18. Glissement sur plan incliné

19. Monté sur ressorts (verticalement) Faire un bon dessin pour se représenter les chose en tirant la masse vers la droite. Imaginer la scène comme on pince la corde d'une guitare.

Ne pas oublier que l'énoncé propose de négliger l'action de la pesanteur, ce qui signifie que vous pouvez ôter le poids de vos équations.

20. Chute en v^2

21. Méditation Se placer dans le repère adapté à un mouvement circulaire (non uniforme mais néamoins circulaire). L'absence de frottement implique que la réaction de l'igloo sur l'inuit est uniquement normale à l'igloo.

Projeter la RFD sur $\overrightarrow{e_r}$. Le moment où l'inuit perd le contact avec l'igloo correspond au moment où la réaction normale s'annule, il y a donc une certaine relation entre g, θ et la vitesse angulaire *au moment du décollage*.

Projeter la RFD sur $\overrightarrow{e_\theta}$. Utiliser l'astuce de multiplier par $\dot{\theta}$ pour intégrer cette équation une fois (on parle d'intégrale *première*). La relation est valable tout le temps *tant qu'il y a contact*, c'est-à-dire notamment à l'instant initiale (pour lequel on connaît à la fois θ et $\dot{\theta}$), et au moment du décollage (qui est justement celui qui nous intéresse).

Prendre la relation intégrée précédente au moment du décollage et remplacer dans la condition de décollage trouvée selon $\overrightarrow{e_r}$ pour se débarrasser de $\dot{\theta}$. On en déduit la valeur de l'angle de décollage (ou plutôt son cosinus).

22. La physique en BD ou dessin animé

1. **Léonard et Disciplus Simplex**
2. **Bip-bip et Coyote**

23. Étude du mouvement de satellites

1. **Vitesse de circularisation**
2. **Mouvement de la Lune autour de la Terre**

24. Lancer du marteau

1 Étude de la troisième phase

25. Lancé de poids

26. Mesure de viscosité dans une éprouvette

27. Kilomètre lancé

28. Modèle de Drude de conduction électrique