

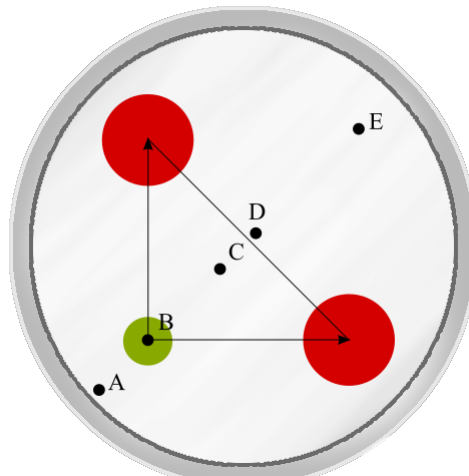
Physique Générale A

Série d'exercices 3: Rotations 14 Octobre 2025

Remarque : les exercices au format QCM devraient être réalisables en 2 minutes environ. Des exercices plus longs sont proposés afin d'approfondir vos connaissances. Ceux-ci font toutefois partie du champ de l'examen.

1.) QCM A: Plateau en équilibre

On considère un plateau, représenté vu de dessus sur l'image suivante, sur lequel sont posés une bouteille de bétadine de 500 g, 50 g de bandage, et une bouteille de 500 g d'alcool. On néglige le poids du plateau lui-même. Les bouteilles sont représentées par les deux grands cercles rouges et le bandage par le petit cercle vert. Les deux distances bandage-bouteille sont égales. Pour faire le malin devant les patients, un infirmier transporte le plateau en le faisant tenir en équilibre sur un doigt. En quel point doit-il positionner son doigt pour éviter de tout renverser?



- A. au point A.
- B. au point B.
- C. au point C.
- D. au point D.
- E. au point E.

2.) **QCM A: Entraînement pour astronautes:**

Dans l'aviation et parmi les astronautes, les membres de l'équipage doivent être bien entraînés à supporter de fortes accélérations. Dans ce but, ils utilisent des machines qui remplacent l'accélération linéaire par une accélération centripète. Une cabine est rattachée à un bras métallique long de 20 m qui la fait tourner dans un mouvement circulaire. Considérez $g = 10 \text{ m/s}^2$. Quelle est la vitesse et fréquence de rotation qu'il faut atteindre avec la cabine afin de simuler une accélération de $5g$?

- A. 31,6 m/s avec une fréquence de 4 s^{-1} .
- B. 31,6 km/s avec une fréquence de $0,64 \text{ s}^{-1}$.
- C. 31,6 km/h avec une fréquence de 4 s^{-1} .
- D. 113,8 km/h avec une fréquence de $2,56 \text{ s}^{-1}$.
- E. 113,8 km/h avec une fréquence de $0,25 \text{ s}^{-1}$.

3.) **QCM K' : Tournette**

George, un étudiant de masse $M = 109 \text{ kg}$, est assis à une distance $r = 1 \text{ m}$ du centre d'une tournette (manège) initialement au repos. Georgette lance vers lui une balle de masse $m = 1 \text{ kg}$ avec une vitesse $v = 11 \text{ m/s}$, tangentiellement à la trajectoire circulaire de rayon r . George attrape la balle et, en négligeant les frottements et l'inertie propre de la tournette, celle-ci (avec George et la balle) se met à tourner. Considérez la situation après que George ait attrapé la balle. On peut affirmer que :

- A. George se déplace à une vitesse $0,10 \text{ m/s}$.
- B. La vitesse angulaire de la tournette est $0,10 \text{ rad/s}$.
- C. La période de la tournette est $6,35 \text{ s}$.
- D. La fréquence de la tournette est $0,0159 \text{ Hz}$.

4.) **QCM A : Satellite géostationnaire**

Les satellites géostationnaires se déplacent de manière synchrone avec la Terre et restent constamment au-dessus du même point de la surface. Ils sont utilisés pour le suivi de la météo ou des services de communication telle que la télévision. Parmi les réponses suivantes, quel couple d'altitude h_S , et de vitesse v_S , d'un tel satellite est correct ?

On donne : Constante de gravitation, $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$; Masse de la Terre, $M_T = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$; Rayon de la Terre, $R_T = 6400 \text{ km}$; Masse du satellite, $m_S = 4000 \text{ kg}$.

- A. $h_S = 35,9 \cdot 10^3 \text{ km}$; $v_S = 3076 \text{ m/s}$
- B. $h_S = 173 \text{ km}$; $v_S = 465 \text{ m/s}$
- C. $h_S = 35\,835 \text{ km}$; $v_S = 3 \text{ m/s}$
- D. $h_S = 42\,229 \text{ km}$; $v_S = 3,5 \text{ m/s}$
- E. Aucune de ces réponses

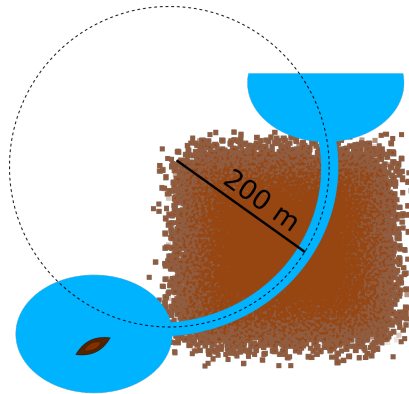
5.) **QCM K' : Centre de masse**

On considère le système Terre-Soleil, supposé isolé. La Terre a une masse de $6,0 \cdot 10^{24}$ kg et le Soleil de $2,0 \cdot 10^{30}$ kg. On peut affirmer que :

- A. Le centre de masse est plus proche du centre du Soleil que celui de la Terre.
- B. La Terre tourne autour du centre du Soleil.
- C. Le Soleil tourne autour du centre de masse Terre-Soleil.
- D. Le centre de masse Terre-Soleil est sur l'axe passant par le centre de la Terre et celui du Soleil.

6.) **QCM K' : Un canal courbé:**

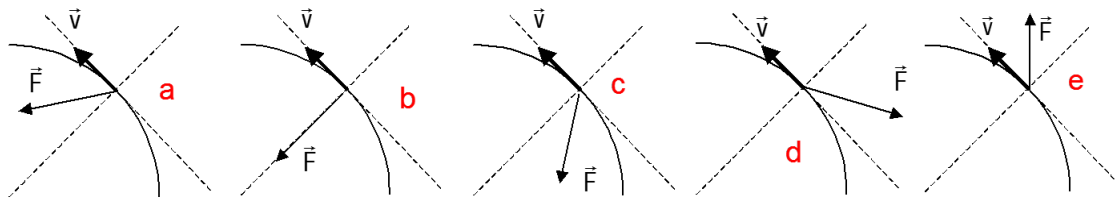
Un navire de 50 tonnes vogue dans un canal courbé comme montré sur la figure. La largeur du canal est très proche de celle du navire, donc on peut considérer le mouvement du navire dans le canal comme celle d'un objet ponctuel. Le canal forme un quart de cercle, avec un rayon de courbure de 200 m. Le navire vogue dans le canal avec une vitesse constante, ressortant de l'autre côté après un temps $t_c = 56,55$ s.



- A. Le navire est sujet à une force centripète pendant la traversée du canal égale à $7,7 \times 10^3$ N.
- B. Le navire ne change jamais la norme de sa vitesse, donc son accélération est nulle pour toute la durée de son parcours.
- C. La norme de la vitesse du navire ne change pas, pourtant son accélération tangentielle le long du canal n'est pas nulle.
- D. La quantité de mouvement initiale du navire est de $2,8 \times 10^5$ kg·m/s.

7.) QCM A : Virage en voiture

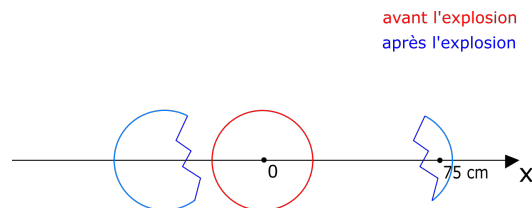
Une voiture accélère dans un virage ($\|\vec{v}\|$ augmente). Le graphe qui représente qualitativement le mieux la force globale \vec{F} exercée sur la voiture est :



- A. graphique a
- B. graphique b
- C. graphique c
- D. graphique d
- E. graphique e

8.) QCM A: Explosion

Une sphère de masse m_s , placée à l'origine du référentiel et à l'arrêt, explose en deux pièces qui partent dans la même direction, mais en sens opposés, voir le schéma ci-dessous. On suppose que pendant l'explosion aucune force extérieure ne s'applique au système. Quand l'un des deux pièces, avec une masse $m_1 = 0,25 \cdot m_s$ se trouve au point $x = 75$ cm, où se trouve l'autre fragment ?



- A. 0 cm
- B. 25 cm
- C. -6 cm
- D. -2.5 cm
- E. -0.25 m

9.) Exercice d'approfondissement - Gravité, sonde Cassini

La mission Cassini-Huygens était une sonde de la NASA et de l'ESA, lancée en 1997 à destination de Saturne et dont la première partie de la trajectoire est esquissée en FIG 1. Après de nombreuses découvertes et le largage de Huygens sur Titan, la lune de Saturne, la sonde Cassini a terminé sa mission le 15 septembre 2017 par une entrée dans l'atmosphère de Saturne, détruisant l'appareil.

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

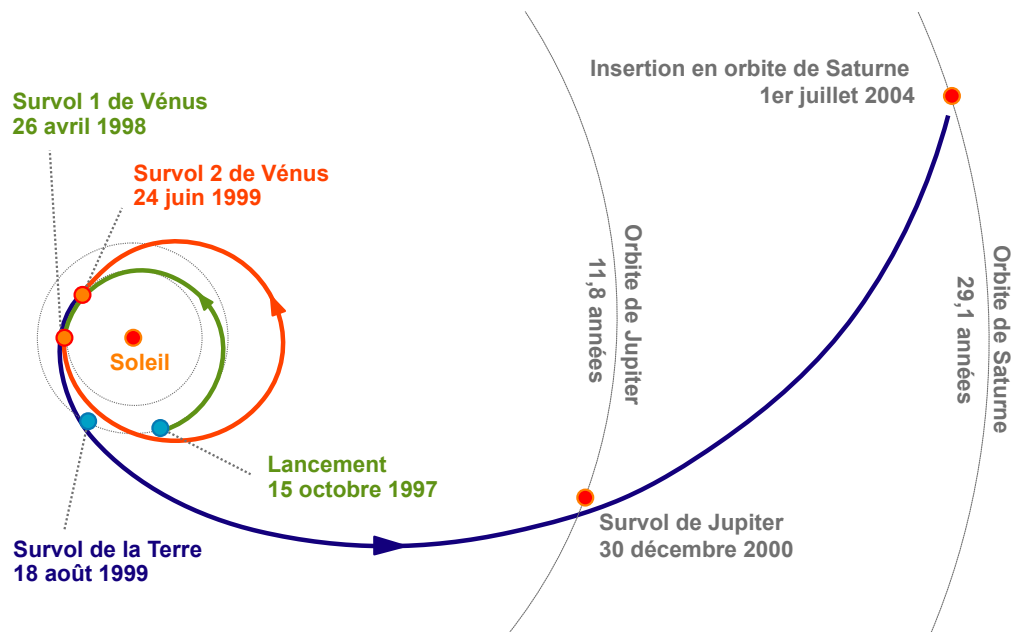
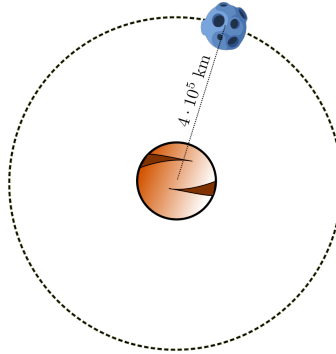


Figure 1: Trajectoire de la sonde avant 2004 (adpt. Wikipedia)

- Peu après le lancement, la sonde Cassini-Huygens (masse : 5 tonnes) se trouve à une altitude de 1000 km au-dessus de la Terre. Quelle est la force gravitationnelle subie à ce moment là ? On donne la masse de la Terre $M_T = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ et le rayon de la Terre : $R_T = 6400 \text{ km}$. On néglige la présence des autres astres (Lune, Soleil, ...)
- En 1999, la sonde Cassini a survolé la Terre et gagné de la vitesse par une manœuvre appelée assistance gravitationnelle. Bien qu'il n'y ait pas de contact menant à cette accélération, par analogie avec une collision où la quantité de mouvement totale est conservée, on réfère aux vitesses de la terre et de la sonde comme avant et après le "choc". Avant le choc, Cassini avait une vitesse $v_{Ca,1}$ de 36 km/s, dans le même sens que le mouvement de la Terre. Après le choc, $v_{Ca,2} = 40 \text{ km/s}$, toujours dans le même sens. Avant le choc, la Terre se déplaçait à $v_{T,1} = 35 \text{ km/s}$. Est-ce que la Terre a changé de vitesse après la manœuvre ? On néglige l'influence de tous les autres astres.
- En 2004, le module Huygens atterrit sur la surface de Titan. Cette lune pèse $1,3 \cdot 10^{23} \text{ kg}$ et a un rayon de 2600 km. Que vaut la pesanteur g_{Titan} à la surface ? Comparez avec la pesanteur terrestre.

10.) **Exercice d'approfondissement : Mouvement orbital et frottement**

Un petit satellite de masse $m_s = 2500 \text{ kg}$ orbite autour d'une planète. Son mouvement peut être considéré comme circulaire, avec une période de 10 jours et un rayon orbital de $r_o = 4 \cdot 10^5 \text{ km}$.



A. En considérant que la force gravitationnelle assure la force centripète nécessaire au mouvement circulaire, calculer la force gravitationnelle exercée par la planète sur le satellite.

B. Déterminer la vitesse orbitale v et la vitesse angulaire ω du satellite.

C. Le satellite traverse un nuage de gaz qui exerce sur lui une force de frottement tangentielle de norme $\|\vec{F}_f\| = 2 \text{ N}$, opposée à son mouvement. Quelle est la valeur de son accélération tangentielle a_t ?

D. Quelle est alors l'accélération angulaire α du satellite ?

E. En supposant que le rayon de l'orbite reste constant, estimer le temps nécessaire pour que le satellite s'arrête complètement sous l'action de ce frottement.

F. Cette hypothèse de rayon constant est-elle réaliste ? Pourquoi ? Que se passe-t-il réellement ?

Réponses:

1.) C

2.) E

3.) Vrai, Vrai, Faux, Vrai

4.) A

5.) Vrai, Faux, Vrai, Vrai

6.) Vrai, Faux, Faux, Vrai

7.) A

8.) E

9.) **A.** 36541 N ; **B.** La Terre a ralenti de $3,3 \cdot 10^{-18} \text{ m/s}$, soit complètement négligeable ;
C. $g_{\text{Titan}} = 1,3 \text{ m/s}^2$, soit 7,5 fois moins que sur Terre.

- 10.) **A.** $F_g = 53 \text{ N}$
B. $v = 2,9 \times 10^3 \text{ m/s}$, $\omega = 7,27 \times 10^{-6} \text{ rad/s}$
C. $a_t = 8,0 \times 10^{-4} \text{ m/s}^2$
D. $\alpha = -2,0 \times 10^{-12} \text{ rad/s}^2$
E. $t_f = 3,6 \times 10^6 \text{ s} \approx (42 \text{ jours})$
F. Faux, le rayon va diminuer.