

# EXAMEN 3

## PHYSIQUE MÉCANIQUE

55 % de la note finale

Automne 2023

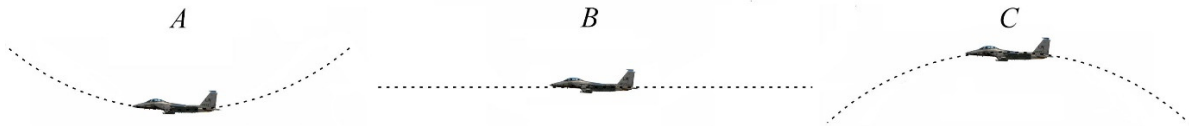
Nom : \_\_\_\_\_

Chaque question à choix multiples vaut 2 points.

1. Un avion est arrêté sur la piste. Pendant le chargement, une grosse caisse est déplacée vers le devant de l'appareil. Laquelle des affirmations suivantes est vraie ?

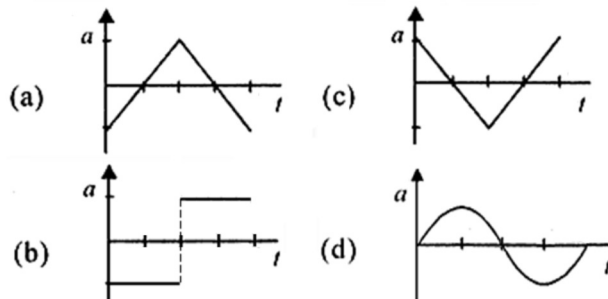
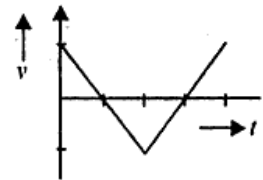
- \_\_\_ % a) Pendant qu'on déplace la caisse, la normale sur le train avant augmente.  
 \_\_\_ % b) Pendant qu'on déplace la caisse, la normale sur le train avant diminue.  
 \_\_\_ % c) Pendant qu'on déplace la caisse, la normale sur le train avant reste la même.

2. Voici 3 avions qui suivent des trajectoires différentes. Les avions sont identiques et ils vont tous à la même vitesse. Dans quel cas la portance est-elle la plus grande ? (La grandeur de l'accélération centripète pour les mouvements circulaires est plus petite que  $9,8 \text{ m/s}^2$ .)



- \_\_\_ % a) A  
 \_\_\_ % b) B  
 \_\_\_ % c) C  
 \_\_\_ % d) La portance est la même dans les 3 cas.

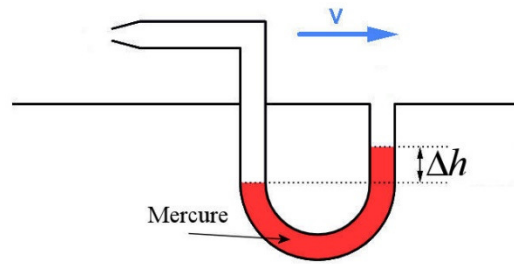
3. La figure montre la vitesse d'une voiture en fonction du temps. Lequel des graphiques suivants montre correctement l'accélération de la voiture en fonction du temps ? (Encerclez la bonne réponse.)



### Examen 3 – Physique mécanique

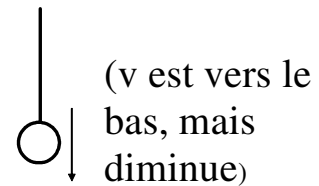
4. Un avion prend de l'altitude à vitesse constante. Dans le tube de Pitot, comment change la valeur de  $\Delta h$  pendant la montée ?

- % a) Elle augmente  
 % b) Elle diminue  
 % c) Elle reste la même

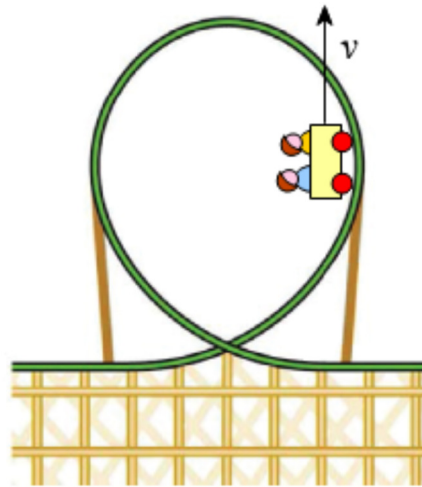


5. Un objet au bout d'une corde descend avec une vitesse qui diminue. Dans ce cas, la force faite par la corde est...

- % a) plus grande que le poids de l'objet.  
 % b) égale au poids de l'objet.  
 % c) plus petite que le poids de l'objet.



6. Un charriot de montagnes russes passe dans une boucle. Il n'y a pas de moteur sur le charriot, ce qui signifie que sa vitesse n'est pas constante. Dessinez un vecteur qui montre la direction de l'accélération du charriot quand il est à la position montrée sur la figure.



7. Comment change la traînée sur un avion en vol horizontal si on augmente la vitesse ?

- % a) C'est certain que la traînée augmente quand on augmente la vitesse.  
 % b) C'est certain que la traînée diminue quand on augmente la vitesse.  
 % c) Elle reste la même quand on augmente la vitesse.  
 % d) La traînée augmente ou diminue, cela dépend de la vitesse initiale de l'avion.

**Examen 3 – Physique mécanique**

8. Dans un ascenseur, le poids apparent d'une personne est inférieur à  $mg$ . Identifiez toutes les situations où cela est possible.

1. L'ascenseur monte à vitesse constante.
2. L'ascenseur descend à vitesse constante.
3. L'ascenseur monte et sa vitesse diminue.
4. L'ascenseur descend et sa vitesse diminue.
5. L'ascenseur monte et sa vitesse augmente.
6. L'ascenseur descend et sa vitesse augmente.

Réponse(s) : \_\_\_\_\_

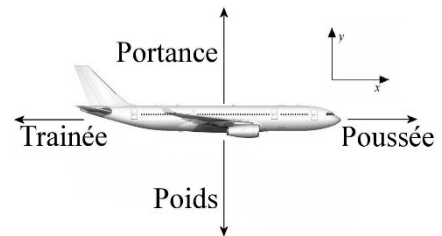
9. Un bateau à voile, poussé par le vent, se déplace à vitesse constante sur l'eau. Quelle est la direction de la force nette sur le bateau ?

- \_\_\_ % a) Vers le devant du bateau.
- \_\_\_ % b) Vers le derrière du bateau.
- \_\_\_ % c) Elle est nulle.
- \_\_\_ % d) Vers le bas.
- \_\_\_ % e) Vers le haut.



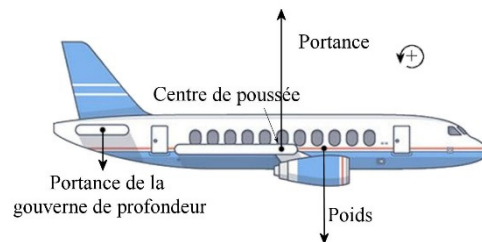
10. Un avion en vol horizontal ralentit. Quel est le signe des travaux suivants si l'avion parcourt 1 km ? (Répondre *positif*, *négatif* ou *nul* à chaque ligne.)

- Trainée : \_\_\_\_\_
- Poussée : \_\_\_\_\_
- Portance : \_\_\_\_\_
- Poids : \_\_\_\_\_
- Travail net : \_\_\_\_\_



11. Pendant le vol, la consommation de carburant fait en sorte que le centre de gravité d'un avion se déplace vers l'arrière de l'avion. Si le centre de gravité était déjà devant le centre de poussée de la portance des ailes au décollage (comme sur la figure), comment la grandeur de la portance de la gouverne de profondeur doit-elle changer pendant le vol ?

- \_\_\_ % a) Elle doit graduellement augmenter.
- \_\_\_ % b) Elle doit graduellement diminuer.
- \_\_\_ % c) Elle doit rester la même.



### Examen 3 – Physique mécanique

12. Un avion prend de l'altitude en montant à vitesse constante. Pendant la montée, on veut donc que la poussée des moteurs reste constante. Que doit-on faire pour que la poussée reste constante pendant la montée (en supposant que la force de trainée est constante) ?

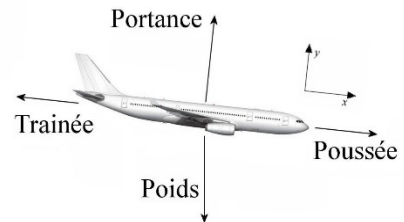
- % a) Augmenter progressivement la vitesse d'expulsion des gaz.
- % b) Ne pas changer la vitesse d'expulsion des gaz.
- % c) Diminuer progressivement la vitesse d'expulsion des gaz.

13. Comment change la vitesse de décrochage quand l'altitude augmente ?

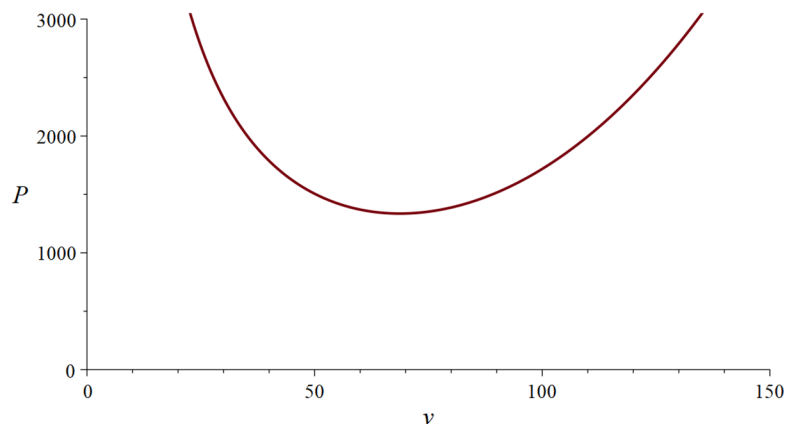
- % a) Elle augmente.
- % b) Elle diminue.
- % c) Elle reste la même.
- % d) Elle augmente ou diminue, cela dépend de l'altitude initiale de l'avion.

14. Quand un avion est en descente à vitesse constante, laquelle de ces deux forces est la plus grande : la poussée ou la trainée ? (Les flèches sur le diagramme ne sont pas nécessairement à l'échelle.)

- % a) La poussée
- % b) La trainée
- % c) Les deux forces ont la même grandeur.



15. Voici le graphique de la puissance requise (en kW) en fonction de la vitesse (en m/s) pour un avion. Quelle est, approximativement, la vitesse de trainée minimum de cet avion ?



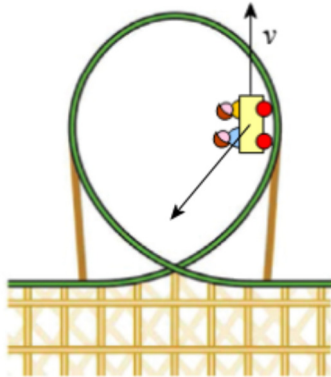
Réponse : \_\_\_\_\_

***Examen 3 – Physique mécanique***

Réponses

1a 2a 3b 4b 5a 7d 8 : 3 et 6 9c 10 : négatif, positif, nul, nul, négatif  
11b 12a 13a 14b 15 : 90 m/s

6

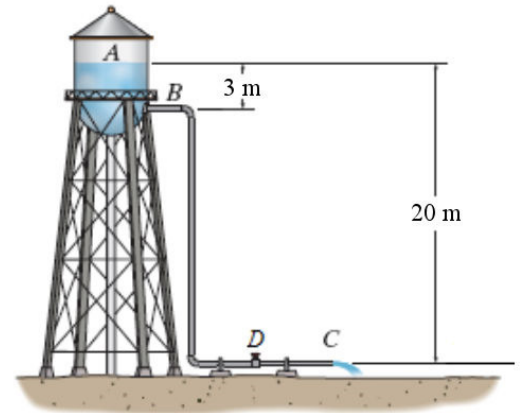


### Examen 3 – Physique mécanique

16. (10 points)

Dans une citerne, la pression au-dessus de la surface de l'eau est égale à la pression atmosphérique qui, ce jour-là, est égale à 100 kPa. Le débit dans le tuyau est de  $0,2 \text{ m}^3/\text{s}$  et le diamètre du tuyau est de 30 cm. La densité de l'eau est de  $1000 \text{ kg/m}^3$ .

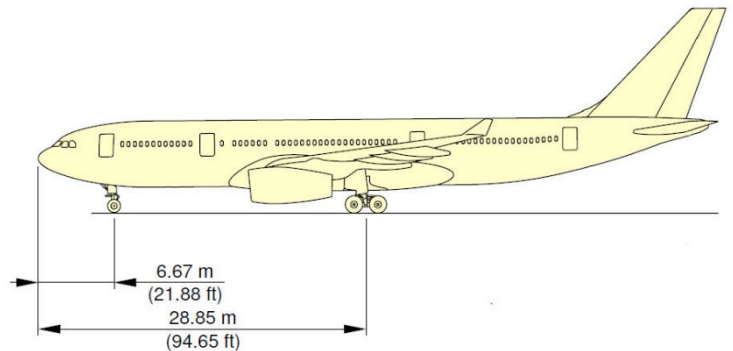
- Quelle est la vitesse de l'eau dans le tuyau ?
- Quelle est la pression de l'eau au point D ?
- À quelle vitesse l'eau sort-elle au point C ?



Réponses : a) 2,829 m/s    b) 291 997 Pa    c) 19,80 m/s

17. (10 points)

Sachant que 85 % de la normale est sur train arrière, déterminez la position du centre de gravité de cet Airbus A330. (Donnez la distance entre le nez de l'avion et le centre de gravité.)



Réponses : 25,523 m

### Examen 3 – Physique mécanique

18. (16 points) (Utilisez les données à la dernière page)

Un Airbus A330 se pose sur une piste à une altitude de 2000 pieds. À l'approche, la valeur du  $C_{Lmax}$  est de 3,0. Quand l'avion roule sur la piste, la valeur de  $C_L$  est de 0,6. Il y a 8 systèmes de freins sur cet avion. On freine au niveau MED, ce qui donne une décélération de  $3 \text{ m/s}^2$  à l'avion.

- Quelle est la vitesse d'atterrissage de cet avion (en nœuds) ?
- Quelle est l'énergie cinétique de l'avion ?
- Quelle est l'énergie enlevée à l'avion par la trainée ?
- Quelle sera l'énergie dans chaque système de freinage à la fin du freinage si les 2 inverseurs de poussée enlèvent 10 MJ par système de freinage (en tenant compte du refroidissement de l'air) ?
- Est-ce que les freins sont endommagés par ce freinage ?

Réponses : a) 148,2 kts    b) 639,7 MJ    c) 32,6 MJ    d) 26,4 MJ    e) Non

19. (12 points) (Utilisez les données à la dernière page)

Un Airbus A330 allant à 400 nœuds fait un virage. L'avion tourne de  $90^\circ$  en 40 secondes.

- Quel est l'angle d'inclinaison dans le virage ?
- Quelle est la grandeur de la force de portance durant le virage ?
- Quelle est la grandeur de l'accélération dans le virage ?
- Quel est le nombre de g subit par les passagers pendant le virage ?

Réponses : a)  $39,5^\circ$     b) 2 794 176 N    c)  $8,084 \text{ m/s}^2$     d) 1,296

### ***Examen 3 – Physique mécanique***

---

**20.** (10 points) (Utilisez les données à la dernière page)

Un Airbus A330 volant à 35 000 pieds n'a plus de carburant. Les 2 moteurs s'arrêtent et l'avion plane.

- a) Quel est l'angle de descente minimum de cet avion ?
- b) Selon les formules de l'atmosphère standard, quelle est la masse volumique de l'air à 20 500 pieds ?
- c) Quel doit-être la vitesse (en nœuds) de l'avion pour pouvoir descendre à l'angle de descente minimale quand l'avion est à une altitude de 20 500 pieds ?
- d) Quelle est la distance maximale (en milles nautiques) que l'avion pourra parcourir en planant (à partir de l'altitude de 35 000 pieds) ? (Faire le calcul exact.)

Réponses : a)  $4,07^\circ$     b)  $0,642 \text{ kg/m}^3$     c) 292,8 kts    c) 81,2 NM

**21.** (12 points) (Utilisez les données à la dernière page)

Un Airbus A330 fait un vol horizontal à la vitesse de trainée minimum à une altitude de 35 000 pieds.

- a) Quelle est la vitesse (en nœuds) de l'avion ?
- b) Quelle est la poussée d'un moteur ?
- c) Quelle est la puissance du jet d'un moteur ?
- d) Quelle est l'efficacité propulsive ?

Réponses : a) 380,6 kts    b) 152 911 N    c) 20,98 MW    d) 0,714



### ***Examen 3 – Physique mécanique***

Voici les caractéristiques du Airbus A330-200.

Masse = 220 tonnes à moins d'indication contraire.

Aire des ailes = 361,6 m<sup>2</sup>

Envergure = 60,3 m

Diamètre de la soufflante = 2,44 m

En vol

$$C_{d0} = 0,029$$

$$e = 0,73$$

Au décollage

$$C_{d0} = 0,030$$

$$e = 0,78$$

Le train d'atterrissage fait augmenter  $C_{d0}$  de 0,014.

À l'atterrissage

$$C_{d0} = 0,035$$

$$e = 0,86$$

Le train d'atterrissage fait augmenter  $C_{d0}$  de 0,014.

Les réducteurs de portance font augmenter  $C_{d0}$  de 0,025.

