

Examen de Physique de la Mineure Disciplinaire
Biologie Physique Chimie

Cette partie du sujet comprend 16 questions numérotées de 12 à 27.

Données pour l'ensemble de cette partie

L'accélération de la pesanteur terrestre : $g \approx 10 \text{ m.s}^{-2}$

angle en degrés	30	60
cosinus	0,866	0,5
sinus	0,5	0,866

Pour les questions portant sur une application numérique, une tolérance de $\pm 5\%$ est à prendre en compte dans le choix de la proposition exacte.

Exemple : une proposition est $X = 12 \text{ m}$. Cette proposition peut être cochée si vous obtenez une valeur pour X comprise entre 11,4 et 12,6 m.

Exercice 1 : course sprint

On souhaite étudier dans cet exercice, la course d'une athlète sur une piste rectiligne de 200 m. Avant le départ, la coureuse est dans les starting blocks, au repos. Sa position est alors confondue avec l'origine O d'un axe orienté dans la direction et le sens de la trajectoire lors de la course.

Le mouvement de la sprinteuse, peut être décomposé en 2 phases :

Phase 1 : dès que le signal du départ retentit à $t = 0$, la sprinteuse démarre, avec une accélération de norme $a_1 = 3 \text{ m/s}^2$ jusqu'à l'instant $t_1 = 2 \text{ s}$.

Phase 2 : à partir de l'instant t_1 la sprinteuse court à vitesse constante jusqu'à la ligne d'arrivée.

Question 12. Quelle est la distance parcourue par l'athlète durant sa phase d'accélération (phase 1) ? Choisir la proposition exacte.

- A) 2 mètres
- B) 3 mètres
- C) 6 mètres
- D) 20 mètres
- E) Aucune des propositions ci-dessus n'est correcte

Question 13. Quelle est la vitesse de la sprinteuse lors de la phase 2 ? Choisir la proposition exacte.

- A) 1,5 m/s
- B) 2 m/s
- C) 3 m/s
- D) 6 m/s
- E) 10 m/s

Question 14. Quelle est la loi horaire de la position de la coureuse durant la phase 2 ? Choisir la proposition exacte.

- A) $x(t) = \frac{1}{2} a_1 t_1 (2t - t_1)$
- B) $x(t) = a_1 t_1 \left(\frac{t_1}{2} - t\right)$
- C) $x(t) = \frac{1}{2} a_1 t_1^2 + a_1 t_1 t$
- D) $x(t) = \frac{1}{2} g t_1^2 + \frac{1}{2} g t^2$ où g est la valeur de l'accélération de la pesanteur

Question 15. En combien de temps la sprinteuse aura-t-elle couru le 200 m ? Choisir la proposition exacte.

- A) 37 s
- B) 28 s
- C) 34 s
- D) 22 s
- E) Aucune des propositions ci-dessus n'est correcte

Exercice 2 : forces extérieures agissant sur une cycliste

Soit une cycliste de masse $m = 66$ kg roulant sur une route horizontale avec un vecteur vitesse uniforme $\vec{v}_c = \overrightarrow{cte}$ de norme $v_c = 30$ km/h par rapport au sol.

On rappelle que la force de traînée, qui décrit la force de frottement entre l'air et un corps doté d'un mouvement relatif par rapport au fluide, possède une norme F donnée par :

$$F = \frac{1}{2} \rho S C_x v^2$$

où $\rho = 1,22$ kg/m³ est la masse volumique de l'air, S la section que présente le corps face au flux d'air qu'il traverse, C_x le coefficient de traînée et v la vitesse relative de l'air par rapport au corps en mouvement.

On considère dans cet exercice que la cycliste a une position de pédalage « d'endurance » pour laquelle des mesures et études en soufflerie ont montré que le produit $S.C_x$ vaut typiquement 0,4 unités S.I.

Les autres sources de frottement possibles sont négligées.

Question 16. Quelle est la dimension du produit $S.C_x$? Choisir la proposition exacte.

- A) L^2
- B) $\frac{M.L}{T^2}$
- C) sans dimension
- D) $\frac{L}{M}$
- E) Aucune des propositions ci-dessus n'est correcte

Question 17. Un vent de face souffle avec une vitesse constante $v_v = 6 \text{ km/h}$ par rapport au sol dans la même direction mais de sens opposé au vecteur vitesse de la cycliste. Quelle est la norme de la vitesse du vent perçue par la cycliste (vitesse relative du flux d'air dans le référentiel de la cycliste) ? Choisir la proposition exacte.

- A) 1,4 m/s
- B) 6,7 m/s
- C) 10,0 m/s
- D) 12,2 m/s
- E) 24 m/s

Question 18. On appelle F_p la norme de la force motrice de propulsion $\overrightarrow{F_p}$ résultant des efforts de la cycliste pour maintenir sa vitesse constante. Quelle est la valeur numérique de F_p ? Choisir la proposition exacte.

- A) 36,3 N
- B) 24,4 N
- C) 11,0 N
- D) 2,4 N
- E) 0,5 N

Pour les questions suivantes on suppose que le vent s'est arrêté, donc que $v_v = 0 \text{ km/h}$, mais que la cycliste subit toujours une force de frottement liée à l'air.

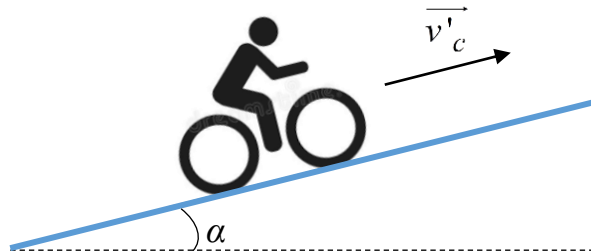
Question 19. Quel est le travail W de la force motrice de propulsion de la cycliste pour parcourir une distance D . Choisir la ou les proposition(s) exacte(s).

- A) $W = \frac{1}{2} \rho D^3 C_x v_c^2$
- B) $W = m g D$ où g est la valeur de l'accélération de la pesanteur
- C) $W = \frac{1}{2} \rho S D C_x v_c^2$
- D) $W = \frac{1}{2} m v_c^2$
- E) Aucune des propositions ci-dessus n'est correcte

Question 20. La cycliste parcourt la distance D à la vitesse constante v_c par rapport au sol. La puissance $\mathcal{P}$ délivrée par la cycliste sur ce trajet s'exprime alors :
Choisir la ou les proposition(s) exacte(s).

- A) $\mathcal{P} = \frac{1}{2} \rho S C_x v_c^3$
- B) $\mathcal{P} = \frac{1}{2} m v_c^2$
- C) $\mathcal{P} = m g v_c$ où g est la valeur de l'accélération de la pesanteur
- D) $\mathcal{P} = \frac{1}{2} \rho S C_x v_c^2$
- E) $\mathcal{P} = \frac{W v_c}{D}$

La cycliste roule à présent avec un vecteur vitesse uniforme $\vec{v}'_c$ de norme $v'_c = v_c$ sur une pente ascendante faisant un angle α par rapport à l'horizontale.



Question 21. Quelle est l'expression de la norme F'_p de la force de propulsion $\vec{F}'_p$ s'exerçant sur la cycliste et résultant du pédalage ? Choisir la proposition exacte.

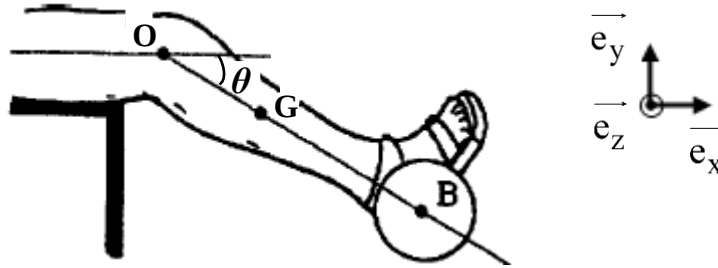
- A) $F'_p = \frac{1}{2} \rho S C_x v_c^2 + m g \cos \alpha$
- B) $F'_p = \frac{1}{2} \rho S C_x v_c^2 - m g \cos \alpha$
- C) $F'_p = \frac{1}{2} \rho S C_x v_c^2 + m g$
- D) $F'_p = \frac{1}{2} \rho S C_x v_c^2 - m g \sin \alpha$
- E) Aucune des propositions ci-dessus n'est correcte

Question 22. On note ΔE_m la variation d'énergie mécanique de la cycliste lorsqu'elle a parcouru la distance L sur la pente ascendante de la route. Quelle est la ou quelles sont les proposition(s) exacte(s) ?

- A) $\Delta E_m = m g L \sin \alpha$
- B) $\Delta E_m = (F'_p - F) L$
- C) $\Delta E_m = -m g L \sin \alpha$
- D) $\Delta E_m = -m g L + \frac{1}{2} m v_c^2$
- E) Aucune des propositions ci-dessus n'est correcte

Exercice 3 : exercice de musculation

Un athlète s'entraîne à l'aide d'un poids P de 100 N fixé en bas de sa jambe. La distance entre le centre de gravité B du poids P et le centre O de l'articulation du genou est de 50 cm. La partie inférieure de la jambe, dont le centre de gravité G est situé à une distance égale à 20 cm du point O , fait un angle θ par rapport à l'horizontale. Soit $\overrightarrow{M}_{/O}(\overrightarrow{P})$ le vecteur moment par rapport au genou de la force $\overrightarrow{P}$ exercée par le poids P et $\overrightarrow{M}_{/O}(\overrightarrow{P}_J)$ le vecteur moment par rapport au genou de la force de pesanteur $\overrightarrow{P}_J$ s'exerçant sur la partie inférieure de la jambe. La norme P_J de $\overrightarrow{P}_J$ est égale à 50 N. On définit une base orthonormée directe $(\overrightarrow{e}_x, \overrightarrow{e}_y, \overrightarrow{e}_z)$.



Question 23. Quelle est la proposition exacte ?

- A) $\overrightarrow{M}_{/O}(\overrightarrow{P}) = 2 \overrightarrow{M}_{/O}(\overrightarrow{P}_J)$
- B) $\overrightarrow{M}_{/O}(\overrightarrow{P}) = -2 \overrightarrow{M}_{/O}(\overrightarrow{P}_J)$
- C) $\overrightarrow{M}_{/O}(\overrightarrow{P}) = -2,5 \overrightarrow{M}_{/O}(\overrightarrow{P}_J)$
- D) $\overrightarrow{M}_{/O}(\overrightarrow{P}) = 5 \overrightarrow{M}_{/O}(\overrightarrow{P}_J)$
- E) $\overrightarrow{M}_{/O}(\overrightarrow{P}) = -5 \overrightarrow{M}_{/O}(\overrightarrow{P}_J)$

Question 24. Quelle est la ou quelles sont les proposition(s) exacte(s) ?

- A) $\overrightarrow{M}_{/O}(\overrightarrow{P}) = \vec{0}$ pour un angle θ égal à 0° .
- B) $\overrightarrow{M}_{/O}(\overrightarrow{P})$ est colinéaire à $\overrightarrow{e}_y$ et de même sens que $\overrightarrow{e}_y$
- C) $\overrightarrow{M}_{/O}(\overrightarrow{P})$ est colinéaire et de sens contraire à $\overrightarrow{e}_y$
- D) $\overrightarrow{M}_{/O}(\overrightarrow{P})$ est colinéaire à $\overrightarrow{e}_z$ et de même sens que $\overrightarrow{e}_z$
- E) $\overrightarrow{M}_{/O}(\overrightarrow{P})$ est colinéaire et de sens contraire à $\overrightarrow{e}_z$

Question 25. Si $\theta = 60^\circ$, calculer la norme $M_{/O}(\overrightarrow{P})$ du vecteur $\overrightarrow{M}_{/O}(\overrightarrow{P})$. Choisir la proposition exacte.

- A) $M_{/O}(\overrightarrow{P}) = 12 \text{ N.m}$
- B) $M_{/O}(\overrightarrow{P}) = 25 \text{ N.m}$
- C) $M_{/O}(\overrightarrow{P}) = 32 \text{ N.m}$
- D) $M_{/O}(\overrightarrow{P}) = 43 \text{ N.m}$

E) $M_{/O}(\vec{P}) = 50 \text{ N.m}$

Exercice 4 : collision entre 2 joueurs de hockey sur glace

Deux joueurs de hockey sur glace animés chacun d'un mouvement rectiligne uniforme se dirigent l'un vers l'autre sur une patinoire. Ils entrent en collision (choc frontal) et restent en contact après le choc. Les joueurs avec leur équipement de protection ont la même masse, $m = 100 \text{ kg}$, et des vitesses de norme identique $v = 8 \text{ km.h}^{-1}$ avant la collision. La durée de la collision est de 200 ms.

Question 26. Quelle est la valeur v' de la vitesse des joueurs après la collision ? Choisir la proposition exacte.

- A) $v' = 0 \text{ m.s}^{-1}$
- B) $v' \approx 1,1 \text{ m.s}^{-1}$
- C) $v' \approx 2,2 \text{ m.s}^{-1}$
- D) $v' \approx 4,4 \text{ m.s}^{-1}$
- E) Aucune des propositions ci-dessus n'est correcte

Question 27. Quelle est la valeur F_{moy} de la force moyenne qu'un joueur exerce sur l'autre pendant la collision ? Choisir la proposition exacte.

- A) $F_{moy} \approx 14,4 \text{ kN}$
- B) $F_{moy} \approx 2,2 \text{ kN}$
- C) $F_{moy} \approx 1,1 \text{ kN}$
- D) $F_{moy} \approx 0,6 \text{ kN}$
- E) $F_{moy} \approx 0 \text{ kN}$