

NOM :

Nacelle en chute libre

La description ci-dessous est extraite de la documentation d'un fabricant d'attractions de fêtes foraines, cette attraction est appelée « Shot 'N Drop » ; les passagers sont assis dans une nacelle propulsée en haut de la tour, après un bref arrêt au sommet, la nacelle chute très rapidement vers le sol.

Constructeur : S&S Power, Inc

Emplacement au sol : 14 m x 14 m

Hauteur : 56 m

Puissance électrique : Moteur 210 kW - Lumières 100 kW.

Poids total des passagers : 925 kg

Remarque : il aurait dû être écrit « masse totale » et pas « poids total »

Nombre de places : 1

Le Turbo Drop est un formidable concentré de technologies, car sous un aspect assez simple de fonctionnement, c'est une machine assez complexe qu'il faut savoir manier avec du doigté. La pièce maîtresse est son gros vérin pneumatique alimenté par des compresseurs, ce qui lui donne ce bruit caractéristique que seuls possèdent les tours « chute libre ».

Coté sensation le turbo drop fait partie de la catégorie « Extrême », car avec son éjection et sa chute libre de plus de 50 m en 2 s, il vaut mieux avoir le cœur bien accroché et la séquence façon yo-yo est là pour nous achever. La vitesse atteinte est de 64 km/h.

N'hésitez pas à l'essayer si vous la croisez au détour d'une fête foraine vous ne serez pas déçu du voyage.



Une fois que les passagers ont pris place sur la nacelle, celle-ci a une masse $M = 1,2 \times 10^3 \text{ kg}$

Donnée : $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.

1.a. Exprimer puis calculer l'énergie potentielle E_{p1} de la nacelle chargée de passagers en haut de la tour. Son altitude est alors $h_1 = 54 \text{ m}$.

$$E_{p1} = M.g.h_1 = 6,4 \times 10^5 \text{ J.}$$

b. Calculer l'énergie mécanique E_{m1} à ce niveau :

$$E_{m1} = E_{p1} = 6,4 \times 10^5 \text{ J.}$$

2- On suppose que la nacelle tombe en chute libre, quelle est la vitesse atteinte v_2 lorsqu'elle arrive à proximité de la gare de départ située à l'altitude $h_2 = 2,0 \text{ m}$.

$$\text{À l'altitude } h_2 : E_{m2} = E_{k2} + E_{p2} = \frac{1}{2} M.v_2^2 + M.g.h_2 \text{ donc } v_2 = \sqrt{\frac{2(E_{m1} - E_{p2})}{M}} = 32 \text{ m/s.}$$

$$(\text{ou: } E_{m1} = E_{m2} \text{ conduit à } v_2 = \sqrt{2g(h_1 - h_2)})$$

3- a. La description du fabricant indique que la nacelle atteint la vitesse de 64 km/h, calculer l'énergie cinétique de la nacelle lorsqu'elle possède cette vitesse.

$$v' = 64 \text{ km/h} = 18 \text{ m/s et du coup } E'_k = \frac{1}{2} M.v'^2 = 1,9 \times 10^5 \text{ J}$$

b. Quelle est l'énergie mécanique E_{m2} de la nacelle à proximité de la gare de départ ?

$$E_{m2} = E'_k + E_{p2} = 2,1 \times 10^5 \text{ J.}$$

c. Évaluer en pourcentage la diminution de l'énergie mécanique $\frac{|\Delta E_m|}{E_{m1}} \times 100$ entre le haut de la tour ($h_1 = 54 \text{ m}$) et le bas ($h_2 = 2,0 \text{ m}$).

$$\frac{|\Delta E_m|}{E_{m1}} \times 100 = 67\%.$$

4- A proximité de la gare de départ, la nacelle est ralentie très rapidement et est renvoyée vers le haut : en quelque sorte elle « rebondit ».

a. En admettant que toute l'énergie mécanique E_{m2} est utilisée pour la remontée de la nacelle, calculer l'altitude h_3 atteinte par la nacelle en haut du « rebond ».

$$E_{m3} = E_{m2} = 2,1 \times 10^5 \text{ J.}$$

$$\text{À l'altitude } h_3, \text{ la vitesse est nulle, donc } E_{m3} = M.g.h_3 \text{ soit } h_3 = E_{m2}/M.g = 18 \text{ m.}$$

b. En réalité, la nacelle remonte jusqu'à l'altitude $h_4 = 36 \text{ m}$. Proposez une explication.

La présentation du constructeur indique que la pièce maîtresse est un gros vérin hydraulique, c'est lui qui propulse la nacelle à 36 m de hauteur, c'est lui aussi qui assure le ralentissement rapide lorsque la nacelle arrive près du sol et « rebondit ». Elle n'est jamais en chute libre mais est constamment propulsée vers le haut ou vers le bas à grande vitesse

Note globale :

/14 ou /20

/2

/1

/3

/2

/2

/1

/2

/1