

## Solide en chute libre

### I- Faire le point

- Quel est le mouvement d'un corps tombant en chute libre sans vitesse initiale?
- Quelle est la valeur, couramment admise, de l'accélération de la pesanteur?
- Lors d'une chute libre sans vitesse initiale, comment varient la vitesse et la hauteur de chute au cours du temps?
- Donner la définition de l'énergie cinétique acquise par un corps animé d'un mouvement de translation.
- Au cours d'une chute libre, à quoi est égal le travail du poids du corps?

### II- Applications directes du cours

2.1 Un manoeuvre laisse échapper un sac de ciment de 50 kg qui tombe en chute libre d'une hauteur de 6m.

1/ Quelles sont la vitesse et l'énergie cinétique du sac en fin de chute?

2/ Quelle est la durée de chute?

Donnée:  $g = 9,8 \text{ ms}^{-2}$

2.2 Au cours d'une expérience de chute libre sans vitesse initiale, la vitesse d'une bille a été trouvée comprise entre  $4,6 \text{ m.s}^{-1}$  et  $4,7 \text{ m.s}^{-1}$  après une chute de 1,10m. Que peut-on en déduire sur la mesure de l'accélération de la pesanteur?

2.3 Un bloc de roches de masse 10t se détache d'une falaise et tombe en chute libre d'une hauteur de 30m.

1/ Quel est le travail du poids de ces roches au cours de la chute?

2/ Quelle est l'énergie cinétique du bloc en fin de la chute?

3/ Quelle a été la durée de chute?

Donnée:  $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$

### Chute libre

2.4 On laisse tomber une pierre dans un puits de mine. La durée de chute est de 9s. On néglige l'action de l'air. Quelles sont la profondeur du puits et la vitesse de la pierre au fond du puits?

Donnée:  $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$ .

2.5 Comparer les durées que met un corps pour tomber de 4m, en partant du repos, en deux lieux où l'accélération de la pesanteur a respectivement les valeurs  $g = 9,78 \text{ m.s}^{-2}$  et  $g = 9,82 \text{ m.s}^{-2}$ . Sachant que les durées sont mesurées avec un chronomètre qui les donne avec une incertitude de 0,1s, peut-on apprécier la différence?

2.6 On laisse tomber deux billes sans vitesse initiale du même point, mais à 0,4s d'intervalle. Calculer la distance qui les sépare après 2s de chute de la première bille.

Donnée:  $g = 9,8\text{m.s}^{-2}$

2.7 Une bille est lâchée sans vitesse initiale en un point A où l'accélération de la pesanteur  $g$  est égale à  $9,8\text{ m.s}^{-2}$ .

Quelle est sa vitesse  $v_0$  après une chute AB verticale de 3m? A quel instant  $t_0$  atteint-elle le point B si on prend comme origine des temps l'instant du lâcher?

Donnée:  $g = 9,8\text{m.s}^{-2}$ .

2.8 Dans une expérience de chute libre sans vitesse initiale par le procédé de chronophotographie, le départ de la bille ne coïncidant pas avec le premier flash, on a choisi une origine des temps arbitraire, postérieure au départ et coïncidant avec un flash. Le tableau ci-dessous donne les résultats de l'expérience ( $T=1/30\text{s}$ ):

Date (T) 0	T	2T	3T	4T	5T
Cote (cm) 24,8	32,5	41,5	51,3	62,3	74,5
	6T	7T	8T	9T	10T
	87,7	102,1	117,6	134,2	151,9

1/ Calculer les vitesses moyennes aux instants T, 2T, 3T, etc.

2/ Tracer  $v = f(t)$ . En déduire  $g$ .

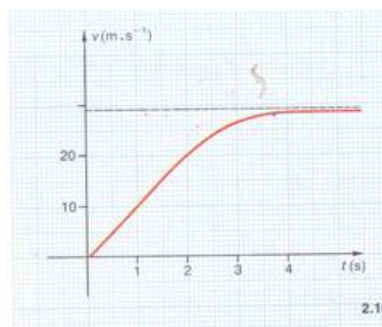
2.9 Dans une expérience de chute libre sans vitesse initiale par chronophotographie d'une bille d'acier, les éclairs lumineux se reproduisent à intervalles de 0,05s.

La plaque photographique est alors impressionnée par la lumière réfléchiée sur la bille. Les images fournies par l'objectif de l'appareil photographique sont 20 fois plus petites que les objets photographiés.

Calculer les écartements des images successives de la bille sur le cliché jusqu'au 4<sup>e</sup> éclair sachant que celle-ci part au 1<sup>er</sup> éclair.

Donnée:  $g = 9,8\text{ m.s}^{-2}$ .

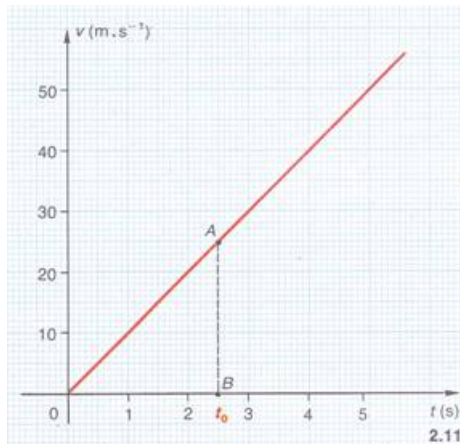
2.10 Au cours d'une chute dans l'air, la vitesse d'un objet est donnée en fonction du temps par le graphique suivant:



1/ Discuter le mouvement. Que peut-on en déduire, au cours de chaque phase, sur les forces s'exerçant sur cet objet?

2/ En déduire l'accélération de la pesanteur.

2.11 Une bille tombe en chute libre. Sa vitesse est donnée en fonction du temps par le graphique suivant:



1/ Trouver la relation entre  $v$  et  $t$ . En déduire la relation qui existe entre la distance parcourue  $x$  et le temps  $t$ .

2/ Montrer qu'à une date  $t_0$ , la distance parcourue  $x$  est proportionnelle à l'aire du triangle OBA.

3/ Déterminer graphiquement et par le calcul la distance parcourue entre les instants  $t = 2\text{s}$  et  $t = 5\text{s}$ .

### Energie cinétique de translation

2.12 Une locomotive BB peut entraîner en ligne droite un convoi de masse totale  $800\text{t}$  à  $140\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ .

Calculer l'énergie cinétique de ce convoi et la comparer à celle:

- d'un Boeing 747 à l'atterrissage (masse  $300\text{t}$ , vitesse  $350\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ );
- d'un super-pétrolier de  $250.000\text{ t}$  filant à  $14$  nœuds;
- d'un obus de  $12\text{kg}$  lancé à  $800\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$

Donnée:  $1\text{ nœud} = 1852\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

2.13 Des protons d'un faisceau homocinétique ont chacun une énergie cinétique de  $3,2\cdot 10^{-13}\text{ J}$ . Calculer leur vitesse.

Donnée: masse d'un proton =  $1,66\cdot 10^{-27}\text{ kg}$ .

2.14 La masse d'une automobile R21 chargée est de  $1350\text{kg}$ . Calculer l'énergie cinétique de cette automobile à différentes vitesses, de  $0$  à  $150\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ . Tracer en fonction de la vitesse  $v_c$  en fonction de la vitesse  $v$ .

2.15 A la sortie d'un tuyau, la vitesse de l'eau est  $90\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Quelle énergie cinétique peut-on associer à  $1\text{m}^3$  d'eau?

2.16 Un camion de 36t roule à  $60\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ . A quelle vitesse devrait rouler une automobile de masse 1200kg pour avoir la même énergie cinétique?

2.17 Un homme de 85kg marche dans une rame de TGV à la vitesse de  $4\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$  dans un sens de la marche du train; la vitesse du TGV est alors de  $220\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ .

1/ Calculer l'énergie cinétique de translation du personnage dans le référentiel du TGV.

2/ Calculer l'énergie cinétique de translation du même personnage dans le référentiel terrestre.

### Travail du poids

2.18 Calculer le travail effectué par le contrepoids d'un ascenseur. Sa masse est 500kg, la hauteur de descente 21m.

Donnée:  $g = 9,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ .

2.19 A quelle hauteur maximale serait soulevée une automobile lancée à  $180\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ , si on pouvait récupérer toute son énergie cinétique pour effectuer l'opération?

Donnée:  $g = 9,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ .

2.20 Au cours d'un entraînement parachutiste, une personne de masse 80kg saute d'un mur d'une hauteur de 4m.

1/ Quel est le travail effectué par le poids de cette personne au cours de sa chute?

2/ Quelle est son énergie cinétique:

a- en fin de chute?

b- au milieu de la chute?

3/ Quelle est la durée de chute?

Donnée:  $g = 9,8\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ .

### Exercices plus difficiles

2.21 Lors d'une chute libre, la vitesse instantanée verticale d'une bille est donnée par  $v = 9,8t$ , la distance parcourue par  $z = 4,9t^2$ .

1/ Calculer la vitesse moyenne entre la cote  $z_1$  à l'instant  $(t - \theta)$  et la cote  $z_2$  à l'instant  $(t + \theta)$ .

2/ Comparer cette vitesse à la vitesse instantanée à la date  $t$ . Ce résultat est-il vrai pour autre mouvement?

2.22 D'un point A, on abandonne sans vitesse initiale une bille et on mesure la durée de chute entre A et B.

La durée mesurée est de 0,70s pour une distance  $AB = 248\text{cm}$ . On néglige l'action de l'air.

1/ Calculer la valeur de  $g$ . Discuter.

2/ En fait, le dispositif de lâcher de la bille provoque un retard de  $T$  secondes sur le début de la mesure du temps.

On recommence alors l'expérience dans les mêmes conditions, mais entre A et C tels que  $AC = 133$  cm. La durée mesurée est de 0,51s. Calculer les valeurs de  $T$  et de  $g$  données par ces deux expériences.

3/ Calculer la vitesse de la bille en B, puis en C.