P5 - CORRECTİON DES EXERCİCES

Exercice 1 page 138

1.c ; **2.** b et c ; **3.** a et d

Exercice 4 page 138

1. Quand sa vitesse est stable ; **2.** Dans la même phase du mouvement.

Exercice 7 page 139

1. b, c et d ; **2.** b et d ; **3.** b ; **4.** b, c et d

Exercice 10 page 139

1.a. x(0) = 3 * 0 + 5 = 5 m
1.b. x(3) = 3 * 3 + 5 = 14 m
2. On peut calculer la vitesse moyenne entre t = 3 s et t = 0 s : v = 9/3 = 3 $m \cdot s^{-1}$
Autre méthode : v(t) = dx/dt avec x = 3*t + 5 => v(t) = 3 . . .
3. Le mouvement est rectiligne puisque sur un axe et uniforme car la vitesse est constante.

Exercice 13 page 140

1.Faux. Le vecteur peut changer de sens et/ou de direction sans changer de valeur.
2. Vrai. Car $\vec{p} = m \times \vec{v}$ avec m grandeur numérique.
3. Faux. Ces deux grandeurs ne s'expriment pas dans la même unité.
4. Faux. Le système a la même masse avant et après le saut. La vitesse devrait* rester constante puisque le système est pseudo-isolé (conservation de $\vec{p}$ pour un système pseudo-isolé).
(*) elle diminue s'il y a des frottements car dans ce cas le système n'est pas pseudo-isolé
5. Faux. Elle est soumise à des actions mécaniques gravitationnelles qui ne se compensent pas (de plus, son mvt n'est pas rectiligne et uniforme).

Exercice 14 page 140

1.p = 950 * (50,0/3,6) = $1{,}32.10^{4}$ $kg.m.s^{-1}$
2. p = $1{,}67.10^{-27}$ * $3{,}00.10^{8}$ = $5{,}01.10^{-19}$ $kg.m.s^{-1}$
3. p = 20 * 1,0 = 20 $kg.m.s^{-1}$
4. p = 73.10^{3} * 50 = $3{,}7.10^{6}$ $kg.m.s^{-1}$
Classement : $p_2 < p_3 < p_1 < p_4$

Exercice 20 page 141

1.Le référentiel terrestre car mouvements de durée de l'ordre de quelques minutes
2. a. Rectiligne accéléré ; **b.** Rectiligne ralenti ; **c.** Circulaire accéléré ; **d.** Circulaire uniforme

Exercice 21 page 141

1. Par définition :   a = Δv/ΔtA.N.Δv = 100 km/h = 27,8 m/s =>a = 27,8/3,7 = **7,5 m · s^{-2}**

2. Ils ont même sens : celui du mouvement, et mêmedirection : celle de la trajectoire.

3. Non, car son mouvement est rectiligne uniformémentaccéléré par rapport au référentiel terrestre.

Exercice 22 page 141

acorrespond à 2   ;   b correspond à 3   ;   c correspond   à 4 ;   d correspond à 1

Exercice 23 page 141

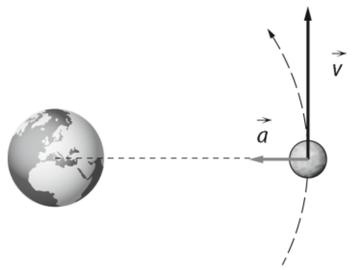
1. Dans le référentiel géocentrique.

2.v = $\mathcal{P}$/T   avec $\mathcal{P}$ = 2π*d : périmètre de l'orbite
T : période de révolution de la Lune autour de la Terre

A.N.   v = 2*π*3,84.10^{8}/(27,3*24*3 600) = **1,02.10^{3} m.s^{-1}**

3.

4.



échelle :

1 cm ⬄ 500 m.s^{-1}

5.a. Non car son mouvement n'est pas rectiligne uniforme par rapport au référentiel héliocentrique.

5.b. Elle se déplacerait selon un mouvement rectiligneuniforme dans l'espace et quitterait l'orbite terrestre.

Exercice 24 page 141

1.a. La première équation permet d'écrire : t = x/2

En substituant cette expression dans y(t) on obtient : y = 4*(x/2) + 2 , soit **y = 2*x + 2**

1.b.L'équation y = 2x + 2 est celle d'une fonction affine donc la trajectoire est rectiligne.

2.a. Par définition : v_x = dx/dt => v_x = d(2*t)/dt = 2 m.s^{-1}

V_y = dy/dt =>v_y = d(4*t+2) /dt = 4m.s^{-1}

2.b. Av = $\sqrt{v_x^2 + v_y^2 \cdot 4 * 4}$= **4,5m.s^{-1}**

Le mouvement est rectiligne uniforme.

3. voir plus tard . . .

Exercice 27 page 142

1.a. Car elles sont paramétrées par le temps.

2. D'après les équations horaires données :   x(0) = 4,00*0 +6,00*0 = 0 et   y(0) = 3,00*0 = 0

3.a. Par définition : v_x = dx/dt => v_x = d(4,00*t^{2} +6,00*t)/dt = 8,00*t + 6,00

V_y = dy/dt =>v_y =d(3,00*t) /dt = 3,00

3.b. v_x(1,00) = 8,00*1,00^{2} + 6,00*1,00= 14,0 m.s^{-1}

v_y(1,00) = 3,00 m.s^{-1}

A.N. vv = $\sqrt{v_x^2 + v_y^2 + 3{,}00 * 3{,}00}$= **14,3m.s^{-1}**

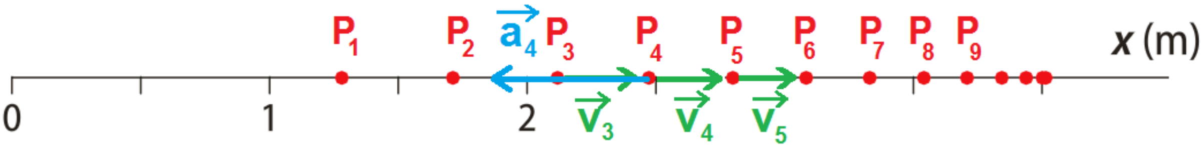
4. Par définition : a_x = dv_x/dt =>a_x = d(8,00*t +6,00)/dt = 8,00m.s^{-2}

a_y = dv_y/dt => a_y = d(3,00) /dt= 0

A.N. aa = $\sqrt{a_x^2 + a_y^2}$: **8,00m.s^{-2}**

Exercice 28 page 142

1.et 2.



Calcul des valeurs des vitesses : $v_3 = P_2P_4 / 2\tau$ <u>A.N.</u> $v_3 =$ 8,8 m.s^{-1}

$v_4 = P_3P_5 / 2\tau$ <u>A.N.</u> $v_4 =$ 7,8 m.s^{-1}

$v_5 = P_4P_6 / 2\tau$ <u>A.N.</u> $v_5 =$ 6,9 m.s^{-1}

3. $a_4 = ||\vec{v}_5 - \vec{v}_3|| / 2\tau$ <u>A.N.</u> $a_4 =$ 1,9/80.10^{-3} =**24 m.s^{-2}**

4. Le produit scalaire est négatif donc le mouvement est rectiligne ralenti.

Exercice 32 page 143

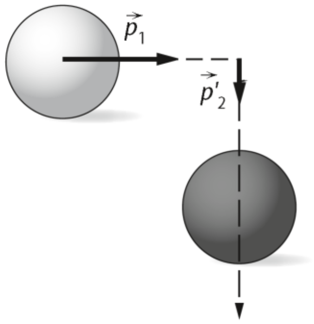
1.Le référentiel terrestre, considéré comme galiléen car le mouvement est de courte durée.

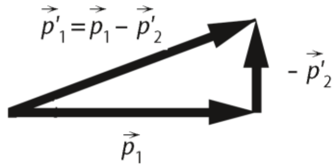
2. Le système formé par la boule blanche incidente et la boule rouge.

3. Pour ce système pseudo-isolé (frottements négligeables), la somme des vecteurs « quantité de mouvement » avant et après le choc est la même : $\vec{p}_1+\vec{p}_2=\vec{p'}_1+\vec{p'}_2$

Soit : $\vec{p'}_1 = \vec{p}_1 - \vec{p'}_2$ ($\vec{p}_2=\vec{0}$ car la boule rouge est initialement au repos)

<u>Représentation graphique :</u>





p_1 = 0,209 * 0,50 = 0,10 kg.m.s^{-1}

p'_2 = 0,209 * 0,20 = 0,042 kg.m.s^{-1}

En mesurant la longueur de $\vec{p'}_1$ on obtient :

p'_1 = 0,10 kg.m.s^{-1}

La vitesse de la boule blanche est donc :

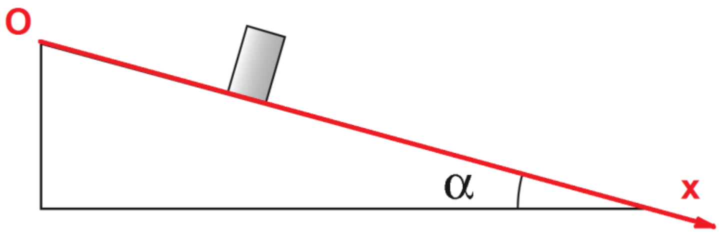
$v'_1 = p'_1/m$ <u>AN :</u> v'_1=0,10/0,209= 0,48m.s^{-1}

Echelle : 1 cm ⇔ kg.m.s^{-1}

Exercice 33 page 143

1. Dans le référentiel terrestre.

2.



3.b. La formule est : = (D2-B2) / (D1-B1)

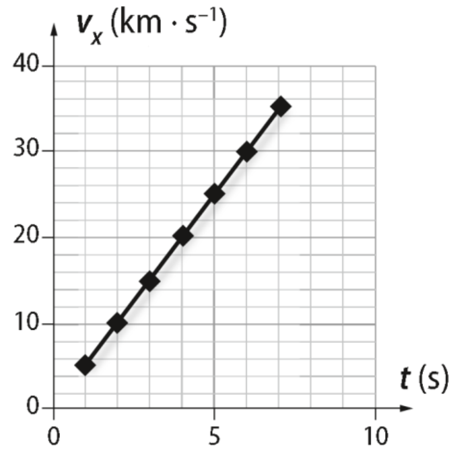
3.c. La formule est : =(E3-C3)/(E1-C1)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	t (s)	0,0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0
2	x (m)	0,000	2,500	10,00	22,50	40,00	62,50	90,00	122,5	160,0
3	v_x (m.s^{-1})		5,000	10,00	15,00	20,00	25,00	30,00	35,00	
4	a_x (m.s^{-2})			5,000	5,000	5,000	5,000	5,000		

4.

Equation : $v_x = 5{,}0*t$

$v_x = a*t$=> la pente correspond à l'accélération



Exercice 1 page 156

1. b ; **2.** a ; **3.** bet d ; **4.** a

Exercice 5 page 156

On applique la 2ème loi de Newton au camion dans le référentiel terrestre supposé galiléen : $\vec{F} = m * \vec{a}$

Après projection suivant l'axe $(O\vec{i})$ parallèle à la route : $F = m * a$ (avec F la force motrice du moteur)

<u>AN :</u> $F = 2{,}5.10^3 * 1{,}5 = 3{,}8.10^3$ N

Si la masse du camion devient égale à 3,5 tonnes : $a' = 3{,}8.10^3/3{,}5.10^3 = 1{,}1$ m.s^{-2}

Exercice 6 page 156

1. Le référentiel terrestre car il est galiléen pendant la durée du freinage.

2.a. Par definition : $\Delta p = m * \Delta v$ AN : $\Delta p = 200 * (10 - 0) = 2{,}0.10^3$ kg.m.s^{-1}

2.b. Le vecteur a la direction de la route et son sens est opposé à celui du mouvement puisque la vitesse diminue.

2.c. La deuxième loi de Newton puisque la quantité de mouvement varie.

2.d. Ce sont les mêmes que ceux de$\Delta\vec{p}$ car $\Sigma\,\vec{F} = \Delta\vec{p} / \Delta t$

2.e. Après projection suivant l'axe (Ox) parallèle à la route, la 2ème loi de Newton s'écrit : $\Sigma F = \Delta p/\Delta t$

<u>AN :</u> $\Sigma F = 2{,}0.10^3/2{,}0 = 1\,000$ N

Exercice7 page 157

1. d **;** **2.** a et b **;** **3.** c **;** **4.** b

Exercice 9 page 157

1.On applique la 2ème loi de Newton à la bille dans le référentiel terrestre supposé galiléen : $\vec{P} = m * \vec{a}$

Soit : : $\vec{a} = \vec{g}$

2. Projection suivant l'axe (Ox) : $a_z = g$

Par intégrations successives et en déterminant les constantes d'intégration à l'aide des conditions initiales, on obtient :$v_z(t) = g*t$ puis $z(t) = 1/2\, g*t^2$

3. Pour z(t) = h, on obtient : $t = \sqrt{2h/g}$ <u>AN :</u> $t = \sqrt{2 * 1{,}0/9{,}8} = 0{,}45$s

4. Elle touche le sol à t = 0,45 s , d'où : $v_z(0{,}45) = 9{,}8*0{,}45 = 4{,}4$ m.s^{-1}

Exercice 10 page 157

1. On applique la 2ème loi de Newton à la bille dans le référentiel terrestre supposé galiléen : $\vec{\mathbf{P}} = m * \vec{\mathbf{a}}$

$\vec{\mathbf{P}} = m * \vec{\mathbf{g}}$ donc il vient : $\vec{\mathbf{a}} = \vec{\mathbf{g}}$

Projection suivant l'axe (Oz) dirigé vers le bas dont l'origine est située à 1m du sol (cf ex. 9) : $a_z = g$

<u>Equations horaires :</u>

$\vec{a} = d\vec{v}/dt$ donc $\vec{v}$ est la primitive de $\vec{a}$: $v_z(t) = g*t + C_1$

D'après les conditions initiales : $v_z(0) = - v_0$ donc $C_1 = - v_0$ et finalement $\boxed{v_z(t) = g*t - v_0}$

$\vec{v} = d\overrightarrow{OM}/dt$ donc $\overrightarrow{OM}$ est la primitive de $\vec{v}$: $z(t) = 1/2\, g*t^2 - v_0*t + C_2$

D'après les conditions initiales : $z(0) = 0$ donc $C_2 = 0$ et finalement $\boxed{z(t) = 1/2\, g*t^2 - v_0*t}$

2. Lorsque la bille atteint le sommet de sa trajectoire, sa vitesse v_z devient nulle. Ecrivons l'équation horaire v_z (t) à cet instant que l'on nomme t_{Hmax} : $v_z(t_{Hmax}) = g*\, t_{Hmax} - v_0 = 0$

Il vient alors : $t_{Hmax} = v_0/g$

On reporte maintenant l'expression de t_{Hmax} dans l'équation horaire z(t) : $z(t_{Hmax}) = 1/2\, g*(v_0/g)^2 - v_0*\, v_0/g$

$$= \frac{1}{2} v^2_0/g \;-\; v^2_0/g \;=\; -\frac{1}{2} v^2_0/g$$

<u>AN :</u> $z(t_{Hmax}) = -\frac{1}{2} 3{,}00^2/9{,}8 = - 0{,}46$ m

La valeur est $z(t_{Hmax})$= - 0,46 m dans le repère choisi, soit une hauteur H= 1,00 + |-0,46| = 1,46 m au-dessus du sol.

Exercice 12 page 157

1. $g_{0S} = G\dfrac{M_S}{R_S^2}$ **2.** $g_{0S} = 6{,}67\times10^{-11}\times\dfrac{1{,}99\times10^{30}}{(6{,}96\times10^{8})^2} = 274\ \text{m}\cdot\text{s}^{-2}$

G est en $\text{m}^3\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{s}^{-2}$, R_S en m et M_S en kg donc $G\dfrac{M_S}{R_S^2}$ s'exprime en $\dfrac{\text{m}^3\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{s}^{-2}\times\text{kg}}{\text{m}^2} = \text{m}\cdot\text{s}^{-2}$

3. $\dfrac{g_{0S}}{g_0} = \dfrac{274}{9{,}81} = 27{,}9$

4. Sur Terre :

$$y(x) = -\frac{1}{2}g_0\cdot\left(\frac{x}{v_0\cdot\cos\alpha}\right)^2 + x\cdot\tan\alpha \;= -0{,}010\,x^2 + 0{,}58\,x$$

Sur le Soleil :

$$y(x) = -\frac{1}{2}\times27{,}9\times g_0\cdot\left(\frac{x}{v_0\cdot\cos\alpha}\right)^2 + x\cdot\tan\alpha \;= -0{,}29\,x^2 + 0{,}58\,x$$

5. Le calcul de la portée s'effectue en posant $y(x) = 0$. On obtient sur Terre l'équation $x(0{,}58 - 0{,}010\,x) = 0$ qui admet deux solutions :

$x = 0$ (l'origine) et $x = 58$ m qui est la portée

Sur le Soleil, l'équation est $x(0{,}58 - 0{,}29\,x) = 0$ qui admet deux solutions : $x = 0$ (l'origine) et $x = 2{,}1$ m qui est la portée

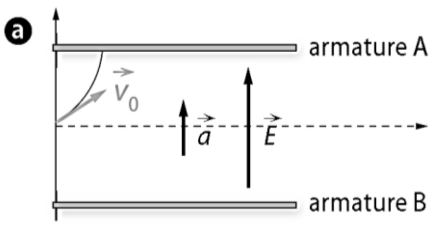
On retrouve le rapport de 27,9 entre ces deux valeurs. La portée est plus faible sur le Soleil, la valeur du champ de pesanteur influe sur le mouvement de projectiles lancés dans les mêmes conditions.

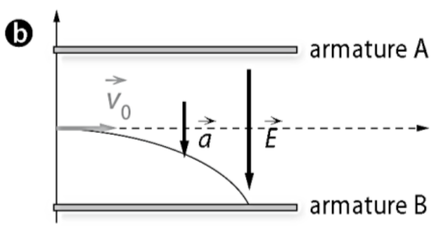
Exercice 15 page 158

Par définition, $\vec{\mathbf{E}}$ est orienté de l'armature + vers l'armature – .

D'après la 2è loi de Newton, l'accélération d'une particule chargée dans un champ $\vec{\mathbf{E}}$ s'écrit : $\vec{\mathbf{a}} = (q/m)*\vec{\mathbf{E}}$ *(act. 5.3)*

Ainsi, dans le cas où la particule est chargée positivement (q>0) $\vec{\mathbf{a}}$ et $\vec{\mathbf{E}}$ ont même sens et même direction.





Exercice 16 page 158

1. $F = |-e| \cdot E$ AN : $F = 1,6.10^{-17}$ N

2. $P = m \cdot g_0$ AN : $P = 8,9.10^{-30}$ N

3. $F/P = 1,8.10^{12}$

Sachant que $F/P >> 1$, alors on peut négliger le poids par rapport à la force électrostatique.

Exercice 17 page 158

1. a. $\vec{F} = q \cdot \vec{E}$ et $q_{proton} = +e$ => La force électrostatique a même sens et même direction que $\vec{E}$, son intensité est $F = e \cdot E$

b. D'après la 2ème loi de Newton : $e \cdot \vec{E} = m \cdot \vec{a}$; En projetant cette relation sur l'axe (Ox), on a : $a_x = e \cdot E/m$

2. a. Les vecteurs $\vec{a}$ et $\vec{v}$ ont même sens et même direction => le mouvement est rectiligne accéléré.

b. Le proton est accéléré sur une trajectoire rectiligne.

3. $v_x(t) = a_x \cdot t + \text{constante} = (e \cdot E/m) \cdot t + v_0$ et $x(t) = 1/2\ (e \cdot E/m) \cdot t^2 + v_0 \cdot t$

4. a. Pour cette valeur de t : $v_x(t) = 2\ v_0$, soit : $2\ v_0 = (e \cdot E/m) \cdot t + v_0$

On résout l'équation : $t = (m.\ v_0)/(e \cdot E)$ AN: $t = 2,1 \times 10^{-8}$ s

b. Pour cette valeur de t, on trouve : $x(2,1 \times 10^{-8}) = 6,3 \times 10^{-5}$ m

Exercice 19 page 159

1. À $t = 0$, $y(0) = 1,00$ m

2. $v_x(t) = -8,00t + 6,00$ et $v_y(t) = 3,00$

3. $v_{0x} = 6,00\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ et $v_{0y} = 3,00\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ $v_0 = \sqrt{v_{0x}^2 + v_{0y}^2}$ soit $v_0 = 6,70\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$

4. $v_{0y}/v_{0x} = v_0 \cdot \sin\alpha/(v_0 \cdot \cos\alpha) = \tan\alpha$, donc : $\alpha = \tan^{-1}(3,00/6,00) = 26,0°$

5. $a_x = -8,00\ \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ et $a_y = 0,00$; $a = \sqrt{a_x^2}$ soit $a = 8,00\ \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$

6. Le vecteur $\Sigma\vec{F}$ a même sens et même direction que le vecteur accélération.

Son intensité est $\Sigma F = a.m$, soit $\Sigma F = 8,00 \times 0,250 = 2,0$ N

Exercice 21 page 159

1. Le référentiel terrestre considéré comme galiléen.

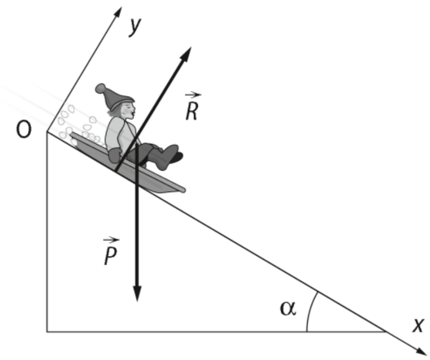
2. Graphiquement à $t = 0$, la vitesse est $v_0 = 2\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$.

3. a. L'accélérateur est le coefficient directeur de la courbe. $a = \dfrac{\Delta v}{\Delta t} = \dfrac{(3-2)}{(1-0)} = 1\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$.

b. La direction de l'accélération est parallèle à la piste, et son sens est celui du mouvement, puisque la vitesse augmente. Les coordonnées de l'accélération sont $(a\ ;0)$.

4. a. L'action de la Terre modélisée par le vecteur $\vec{P} = m \cdot \vec{g}_0$ et l'action de la piste modélisée par la force $\vec{R}$ sur le système.

b.



5. a. D'après la deuxième loi de Newton : $\vec{P} + \vec{R} = m \cdot \vec{a}_G$

b. Sur (Ox) on a l'équation : $m \cdot g_0 \cdot \sin\alpha + 0 = m \cdot a$

Sur (Oy) l'équation : $m \cdot g_0 \cdot \cos\alpha + R = 0$

c. Comme R est inconnue, on utilise $m \cdot g_0 \cdot \sin\alpha = m \cdot a$, soit $\sin\alpha = a / g_0$

AN : $\alpha = \sin^{-1}(1/9{,}8) = 6°$

Exercice 22 page 159

1.a. Rectiligne et uniformément ralenti.

1.b. Par définition : $a = \Delta v/\Delta t$ AN : $a = (3{,}0 - 0)/(3{,}0 - 0) = 1{,}0\ \text{m.s}^{-2}$

2. a. La deuxième loi de Newton permet d'écrire : $\Sigma\vec{\mathbf{F}} = m * \vec{\mathbf{a}}$

=>la résultante des forces est de même sens que l'accélération (c'est-à-dire opposé au sens du mouvement) et a pour direction la portion de droite entre le point de départ de la balle et le trou.

Après projection suivant l'axe parallèle à la trajectoire, on obtient :$\Sigma F = m * a$ AN : $\Sigma F = 0{,}046*1{,}0 = 0{,}046\text{N}$

2. b. Cette résultante des forces modélise les frottements entre le green et la balle.

Exercice 23 page 159/160

1. Le référentiel terrestre considéré comme galiléen.

2. Un repère constitué d'un axe vertical (Oz) orienté vers le haut, dont l'origine correspond au point où la balle est lancée.

3. $\Sigma\vec{F} = m \cdot \vec{a} = \vec{P} = m \cdot \vec{g}_0$

a. $a_z = -g_0$

b. $v_z(t) = -g_0 \cdot t + v_0$ et $z(t) = -1/2 \cdot g_0 \cdot t^2 + v_0 \cdot t$

4. Quand $z(t) = h$: $v_z(t) = 0$

on peut alors déduire $t = v_0/g_0$ et en reportant cette expression dans $z(t)$ on obtient : $1/2\ v_0^2/g_0 = h$

On calcule $v_0 = \sqrt{\dfrac{2h}{g_0}} = 2{,}0\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$

5. La durée totale du mouvement est : $2\ v_0/g_0$

calcul : durée totale $= 0{,}41$ s

Exercice 24 page 160

1. Le projectile est soumis uniquement à son poids.

D'après la deuxième loi de Newton : $m \cdot \vec{g}_0 = m \cdot \vec{a}$ et donc $\vec{g}_0 = \vec{a}$

Comme le vecteur accélération $\vec{a}$ du centre d'inertie G du projectile ne dépend pas des conditions initiales, l'affirmation est vraie.

2. Comme $\vec{g}_0 = \vec{a}$, la projection suivant l'axe vertical (Oz) donne $a_z = -g_0$, soit $v_z(t) = -g_0 \cdot t + v_0 \cdot \sin\alpha$,

=> v_z varie au cours du temps, le mouvement du projeté de G suivant l'axe vertical (Oz) n'est pas uniforme.

=> L'affirmation est fausse.

3. L'équation de la trajectoire de G est : $z = -\dfrac{1}{2} g_0 \cdot \left(\dfrac{x}{v_0 \cdot \cos\alpha}\right)^2 + x \cdot \tan\alpha$

=> Le mouvement est parabolique sauf pour $\alpha = 90°$.

=> L'affirmation est fausse.

4. Les coordonnées du vecteur position avec $\alpha = 0$ sont : $\overrightarrow{OG}\begin{cases} x = v_0 \cdot t \\ z = -\dfrac{1}{2} \cdot g_0 \cdot t^2 \end{cases}$

Lorsque $z = -H$, alors le projectile touche le sol, ceci a lieu à l'instant noté t_S : $-H = -\dfrac{1}{2} \cdot g_0 \cdot t_S^2$

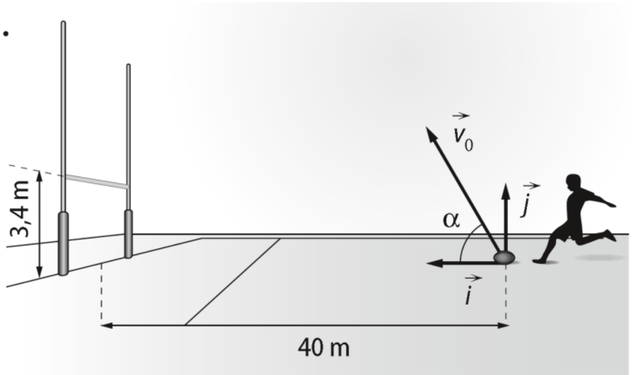
soit : $t_S = \sqrt{\dfrac{2H}{g_0}}$

On calcule alors l'abscisse x à cet instant : $x = v_0 \cdot t_S = v_0 \cdot \sqrt{\dfrac{2H}{g_0}}$

=> L'affirmation est vraie.

Exercice 25 page 160

1.



2. Sur l'axe des abscisses : $v_{0x} = v_0 \cos \alpha$
Sur l'axe des ordonnées : $v_{0y} = v_0 \sin \alpha$

3. D'après la deuxième loi de Newton $m \cdot \vec{a}_G = m \cdot \vec{g}_0$ soit $\vec{a}_G = \vec{g}_0$.

Les coordonnées du vecteur accélération sont donc $a_x = 0$ et $a_y = -g_0$.

4. Par intégration, on obtient $v_x(t) = v_0 \cdot \cos \alpha$ et $v_y(t) = -g_0 \cdot t + v_0 \cdot \sin \alpha$.

De même $x(t) = (v_0 \cdot \cos \alpha) \cdot t$ et $y(t) = -1/2\, g_0 \cdot t^2 + (v_0 \cdot \sin \alpha) \cdot t$.

5. En éliminant le temps t des expressions $x(t)$ et $y(t)$, on obtient : $y(x) = -\dfrac{1}{2} \cdot g_0 \cdot \left(\dfrac{x}{v_0 \cdot \cos \alpha}\right)^2 + x \cdot \tan \alpha$

6. Pour $x = 40$ m et $y = 3{,}4$ m, la transformation est réussie si $y(40) \geqslant 3{,}4$ m.

On obtient après résolution de cette inéquation : $v_0 \geqslant 21{,}1\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$. La valeur minimale est donc $v_{0\,\text{min}} = 21{,}1\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$.

7. Il lui faut taper le ballon plus horizontalement afin d'obtenir un angle voisin de 45°.

Exercice 27 page 160/161

1. Le champ est dirigé vers l'armature chargée négativement, il est perpendiculaire aux armatures, son intensité est constante.

2. a. La deuxième loi de Newton permet d'écrire $\frac{d\vec{p}}{dt} = \vec{F}$, soit $m \cdot \frac{d\vec{v}}{dt} = m \cdot \vec{a} = -e \cdot \vec{E}_1$.

En projetant cette relation sur (Ox_1), on a : $a_{x1} = -e \cdot (-E_1)/m$

Par intégration : $v_1(t) = \frac{e \cdot E_1}{m} t$ et $x_1(t) = \frac{1}{2} \cdot \frac{e \cdot E_1}{m} t^2$

2. b. L'électron arrive en B à l'instant t, tel que : $t = m \cdot v_1/(e \cdot E_1)$

on a alors $x_1(t) = \frac{1}{2} \cdot \frac{e \cdot E_1}{m} \left(\frac{m \cdot v_1}{e \cdot E_1} \right)^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{m \cdot v_1^2}{e \cdot E_1}$ et $x_1(t) = d_{AB}$

<=> $v_1^2 = \frac{2e \cdot E_1 \cdot d_{AB}}{m}$

$E_1 = \frac{U_{AB}}{d_{AB}}$ donc $v_1^2 = \frac{2e \cdot U_{AB}}{m}$, soit $v_1 = \sqrt{\frac{2e \cdot U_{AB}}{m}}$

2. c. $v_1^2 = 2 \times 1{,}6 \times 10^{-19} \times 18 \times 10^2/(9 \times 10^{-31})$
$= 2 \times 1{,}6 \times 2 \times 10^{-17}/10^{-31}$
$= 6{,}4 \times 10^{14}\ m^2 \cdot s^{-2}$
Puis $v_1 = 2{,}5 \times 10^7\ m \cdot s^{-1}$

3. La deuxième loi de Newton permet d'écrire : $m \cdot \vec{a} = -e \cdot \vec{E}_2$

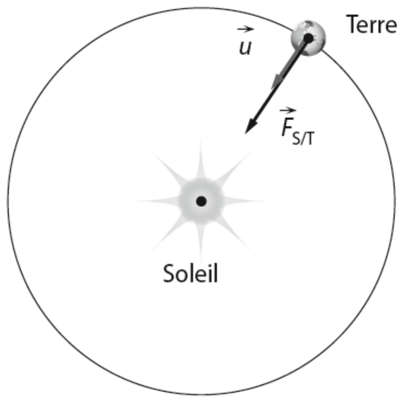
Comme précédemment, on détermine : $v_{2x} = v_1$ et $v_{2z} = \frac{e \cdot E_2}{m} t$

Puis $x_2(t) = v_1 \cdot t$ et $z_2(t) = \frac{1}{2} \cdot \frac{e \cdot E_2}{m} t^2$

L'équation de la trajectoire s'obtient en posant $t = x_2/v_1$ et en reportant cette expression dans $z_2(t)$.

On obtient : $z(x) = \frac{1}{2} \cdot \frac{e \cdot E_2}{m} \left(\frac{x_2}{v_1} \right)^2$

Exercice 8 page 175



1. On doit se placer dans le référentiel héliocentrique galiléen.

2. $\vec{F}_{S/T} = \dfrac{G \cdot M_S \cdot M_T}{d_{ST}^2} \cdot \vec{u}$ $\quad$ $\left(\vec{u} \text{ est un vecteur unitaire} \right)$

3. On applique la deuxième loi de Newton à la Terre : $d\vec{p}/dt = \vec{F}_{S/T}$

<=> $M_T \cdot d\vec{v}_T/dt = \dfrac{G \cdot M_S \cdot M_T}{d_{ST}^2} \cdot \vec{u}$ $\quad$ car M_T est constante

<=> $\vec{a}_T = \dfrac{G \cdot M_S}{d_{ST}^2} \cdot \vec{u}$

4. La trajectoire est circulaire donc $\vec{v}_T$ est perpendiculaire à $\vec{u}$

Par ailleurs $\vec{a}_T = \dfrac{G \cdot M_S}{d_{ST}^2} \cdot \vec{u}$ donc $\vec{a}_T$ est colinéaire à $\vec{u}$

On en déduit que $\vec{v}_T$ est perpendiculaire à $\vec{a}_T$ donc le mouvement est circulaire <u>uniforme</u>.

5. Le mouvement est circulaire uniforme donc : $a_T = \dfrac{v_T^2}{d_{ST}}$

Par ailleurs, d'après Q4 : $a_T = \dfrac{G \cdot M_S}{d_{ST}^2}$

On en déduit que $\dfrac{G \cdot M_S}{d_{ST}^2} = \dfrac{v_T^2}{d_{ST}}$ soit : $\boxed{v_T = \sqrt{\dfrac{G \cdot M_S}{d_{ST}}}}$ $\quad$ <u>AN:</u> $v_T = \sqrt{\dfrac{6{,}67 \times 10^{-11} \times 1{,}99 \times 10^{30}}{149{,}6 \times 10^9}} = 2{,}98 \times 10^4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

6. L'orbite de la Terre est un cercle de rayon d_{ST} donc la distance parcourue pendant la durée T_T est la circonférence $2\pi \cdot d_{ST}$ du cercle. Ainsi : $T_T = \dfrac{2\pi \cdot d_{ST}}{v_T}$ $\quad$ <u>AN :</u> $T_T = \dfrac{2\pi \times 149{,}6 \times 10^9}{2{,}98 \times 10^4} = 3{,}15 \times 10^7 \text{ s}$ $\quad (= 365 \text{ j})$

Exercice 10 page 176

1. Faux : c'est l'inverse d'après la 2ème loi de Kepler ; **2.** Vrai ; **3.** Vrai (3ème loi de Kepler) ; $\dfrac{T^2}{a^3} = \dfrac{4\pi^2}{G \cdot M_{\text{astre attracteur}}}$

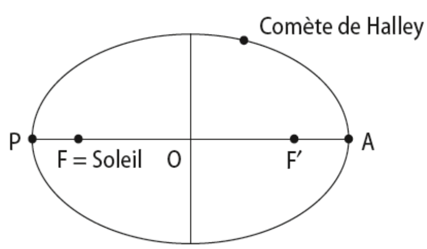
5.Vrai (3ème loi de Kepler).

4. Faux. Elle dépend de la masse de l'astre attracteur (d'après la 2ème loi de Newton :)

Exercice 13 page 176

1.a. Dans le référentiel héliocentrique, l'orbite de la comète de Halley est une ellipse dont le centre du Soleil occupe un des deux foyers.

1.b.



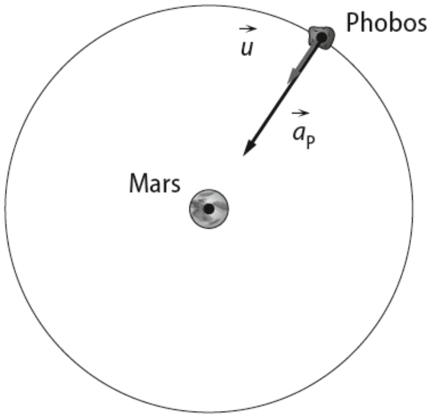
2.a. Le segment reliant le Soleil à la comète de Halley balaye des aires égales pendant des durées égales.

2.b. La distance entre la comète de Halley et le soleil n'est donc pas constante donc elle se déplace à des vitesses différentes de manière à ce que les aires balayées pendant des durées égales soient les mêmes : elle augmente lorsque la comète se rapproche du Soleil et diminue lorsqu'elle s'en éloigne.

2.c. Sa vitesse est maximale au point P (le plus proche) et minimale au point A.

Exercice 17 page 177

1. On doit se placer dans un référentiel centré sur Mars supposé galiléen.



2. On applique la deuxième loi de Newton à ce satellite : $d\vec{p}/dt = \vec{F}_{T/P}$

$$\Leftrightarrow \quad m_P \cdot d\vec{v}_P/dt = \frac{G \cdot M_M \cdot m_P}{r^2} \cdot \vec{u}$$

$$\Leftrightarrow \quad \vec{a}_P = \frac{G \cdot M_M}{r^2} \cdot \vec{u}$$

4. On a alors $\vec{v}_P \cdot \vec{a}_P = 0$, donc le mouvement de Phobos est uniforme.

5. a. On a $a_P = \frac{v_P^2}{r}$ car le mouvement est uniforme.

b. On a alors $a_P = \frac{G \cdot M_M}{r^2} = \frac{v_P^2}{r}$ donc $v_P = \sqrt{\frac{G \cdot M_M}{r}}$

5.c. Nous allons exprimer l'unité de l'expression trouvée en fonction des unités fondamentales du SI :

unité (G*M/r) = unité (G) * unité (M) / unité (r) avec unité (G) = $m^3.s^{-2}.kg^{-1}$ (d'après les données)
unité (M) = kg ; unité (r) = m

Ainsi : unité (G*M/r) = $m^3.s^{-2}.kg^{-1}*kg/m = m^2.s^{-2}$ et unité $\sqrt{\frac{G \cdot M_M}{r}}$ = $m.s^{-1}$

Sachant que unité (v) = $m.s^{-1}$ alors la relation $v_P = \sqrt{\frac{G \cdot M_M}{r}}$ est bien homogène en terme d'unités.

5.d. $v_P = \sqrt{\frac{6,67 \times 10^{-11} \times 6,42 \times 10^{23}}{9,38 \times 10^6}} = 2,14 \times 10^3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} = 7,70 \times 10^3 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$

6. a. L'orbite de Phobos est un cercle de rayon r donc la distance parcourue pendant la durée T_P est la circonférence $2\pi \cdot r$ du cercle : $T_P = \frac{2\pi \cdot r}{v_P}$

6.b. D'après la question 6.a : $T_P^2 = \frac{4\pi^2 \cdot r^2}{v_P^2}$ => $\frac{T_P^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{v_P^2 \cdot r}$

D'après la question 5.b : $v_P^2 = \frac{G \cdot M_M}{r}$ => $v_P^2 \cdot r = G \cdot M_M$

En combinant (1) et (2) on obtient finalement : $\frac{T_P^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{G \cdot M_M}$

6.c. G et M_M sont des constantes donc : $\frac{4\pi^2}{G \cdot M_M}$ = constante

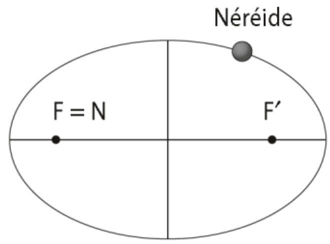
=> On retrouve la troisième loi de Kepler : $\frac{T_P^2}{r^3}$ = constante

6.d. $T_P = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{r^3}{G \cdot M_M}}$ <u>AN</u> $T_P = 2\pi\sqrt{\frac{(9,38 \times 10^6)^3}{6,67 \times 10^{-11} \times 6,42 \times 10^{23}}} = 2,76 \times 10^4 \text{ s} = 7,67 \text{ h}$

Exercice 19 page 177/178

1. a. L'orbite de Néréide est fortement excentrique, cela signifie que cette orbite est une ellipse très allongée.

1.b.



1.c. D'après la deuxième loi de Kepler, le segment reliant Neptune à Néréide balaye des aires égales pendant des durées égales.
On en déduite que la vitesse de Néréide n'est pas constante : elle augmente lorsque le satellite se rapproche de Neptune et diminue lorsqu'elle s'en éloigne.

2. L'orbite de Triton est un cercle de rayon r_T donc la distance parcourue pendant la durée T_T est la circonférence du cercle $2\pi \cdot r_T$, donc : $T_T = \dfrac{2\pi \cdot r_T}{v_T}$ AN : $T_T = \dfrac{2\pi \times 3{,}6 \times 10^8}{4{,}4 \times 10^3} = 5{,}1 \times 10^5$ s

3. a. Troisième loi de Kepler : le rapport entre le carré de la période de révolution T de chaque satellite de Neptune et le cube du demi-grand axe a de son orbite est constant, soit : $\dfrac{T^2}{a^3} = \text{k}$

avec T en seconde (s), a en mètre (m) et k une constante qui ne dépend que de Neptune.

b. Le rapport $\dfrac{T^2}{a^3}$ est le même quel que soit le satellite, donc : $\dfrac{T_T^2}{r_T^3} = \dfrac{T_N^2}{a_N^3}$

$$T_N = T_T \cdot \sqrt{\frac{a_N^3}{r_T^3}} \qquad \text{AN : } T_N = 5{,}1 \times 10^5 \times \sqrt{\left(\frac{5{,}5 \times 10^9}{3{,}6 \times 10^8}\right)^3}$$

$$= 3{,}0 \times 10^7 \text{ s}$$

Exercice 20 page 178

1. a. D'après le principe des actions réciproques, la fusée exerce une action mécanique sur les gaz expulsés modélisée par une force d'égale intensité, de même direction mais de sens opposé à celle qui modélise l'action mécanique qu'exercent les gaz expulsés sur la fusée.

b. Dans un référentiel galiléen, on considère un système isolé (S) constitué par la fusée ainsi que son contenu (y compris son combustible et son comburant) de masse m_0.

– À $t = 0$, le système est immobile, on a alors : $\vec{p}_{(S)}(t=0) = m_0 \cdot \vec{0} = \vec{0}$

– À un instant t, la fusée a expulsé une certaine quantité de gaz, on a alors : $\vec{p}_{(S)}(t) = \vec{p}_{(\text{gaz expulsés})}(t) + \vec{p}_{(\text{fusée})}(t)$

Comme, dans un référentiel galiléen, le vecteur quantité de mouvement d'un système isolé est constant :

$$\vec{p}_{(S)}(t=0) = \vec{p}_{(S)}(t)$$

$$\Leftrightarrow \quad \vec{0} = \vec{p}_{(\text{gaz expulsés})}(t) + \vec{p}_{(\text{fusée})}(t)$$

$$\Leftrightarrow \quad \vec{p}_{(\text{fusée})}(t) = -\,\vec{p}_{(\text{gaz expulsés})}(t)$$

c. Le lancement a eu lieu avec une heure de retard à cause des vents en altitude. Il fallait décaler le lancement sinon les vents auraient modifié la trajectoire de la fusée et les satellites n'auraient alors jamais atteint leurs orbites prévues.

2. a. Orbite de transfert géostationnaire : c'est une orbite elliptique intermédiaire qui permet de placer des satellites en orbite géostationnaire.

Orbite géostationnaire : une orbite circulaire située à 35 786 km d'altitude au-dessus de l'équateur de la Terre, dans le plan équatorial.

b. Le satellite Astra 1N n'est pas placé par Ariane 5 directement sur son orbite définitive, puisqu'il est placé sur une orbite de transfert qui va lui permettre ensuite d'atteindre son orbite définitive.

3. a. On doit se placer dans un référentiel géocentrique supposé galiléen.

b. Dans ce référentiel, le satellite n'est soumis qu'à l'action mécanique exercée par la Terre : $\vec{F}_{T/S} = \dfrac{G \cdot m_S \cdot M_T}{r_S^2} \cdot \vec{u}$

On applique alors la deuxième loi de Newton à ce satellite : $d\vec{p}/dt = \vec{F}_{T/S}$

$$m_S \cdot d\vec{v}_S/dt = \frac{G \cdot m_S \cdot M_T}{r_S^2} \cdot \vec{u}$$

$$\Longleftrightarrow \quad \vec{a}_S = \frac{G \cdot M_T}{r_S^2} \cdot \vec{u}$$

c. On a alors $\vec{v}_S \cdot \vec{a}_S = 0$, donc le mouvement du satellite est uniforme.

d. On a $a_S = \dfrac{G \cdot M_T}{r_S^2} = \dfrac{v_S^2}{r_S}$ (car le mouvement est uniforme) donc : $v_S = \sqrt{\dfrac{G \cdot M_T}{r_S}}$

<u>AN</u> $v_S = \sqrt{\dfrac{6{,}67 \times 10^{-11} \times 5{,}98 \times 10^{24}}{4{,}2 \times 10^7}} = 3{,}1 \times 10^3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

e. L'orbite de ce satellite est un cercle de rayon r_S donc la distance parcourue pendant la durée T_S est la circonférence du cercle $2\pi \cdot r_S$ donc : $T_S = \dfrac{2\pi \cdot r_S}{v_S}$

<u>AN</u> $T_S = \dfrac{2\pi \times 4{,}2 \times 10^7}{3{,}1 \times 10^3} = 8{,}5 \times 10^4 \text{ s}$
$= 24 \text{ h}$

f. Un satellite géostationnaire a une orbite circulaire dans le plan équatorial et sa période de révolution est égale à la période de rotation de la Terre sur elle-même. Il possède donc la particularité d'être toujours positionné au-dessus du même point de la surface de la Terre.